

Die
Phosphoreszenz
der Körper

oder

die im Dunkeln bemerkbaren Lichtphänomene
der anorganischen Natur,

durch eine Reihe eigener Beobachtungen und Versuche geprüft und bestimmt

von

Placidus Heinrich,

der Gottesgelehrtheit und Weltweisheit Doctor, königl. baier. geistl. Rath, der Physik,
Meteorologie und Astronomie Professor, und mehrerer gelehrten Gesellschaften Mitglied.

VIERTE ABHANDLUNG

von der durch mechanisches Verfahren

oder

durch Druck, Bruch, und Reibung bewirkten Phosphoreszenz.

Nürnberg,

im Verlage der Johann Leonhard Schrag'schen Buchhandlung.

1820.

Fulmen detulit in terras mortalibus ignem
Primitus; inde omnis flammarum diditur ardor,
Multa videmus enim coelestibus incita flammis
Fulgere, cum coeli donavit plaga vapores.

Et ramosa tamen cum ventis pulsa vacillans
Aestuat in ramos incumbens arboris arbor,
Exprimitur validis extritus viribus ignis,
Et micat interdum flammai fervidus ardor,
Mutua dum inter se rami stirpesque teruntur;
Quorum utrumque dedisse potest mortalibus ignem.

Fulgit item, nubes ignis cum semina multa
Excussere suo concursu, cum lapidem si
Pereunt lapis, aut ferrum; nam tum quoque lumen
Exsilit, et claras scintillas dissipat ignis.

Lucretius Lib. V., VI.

MEMORIAE
CAROLI · THEODORI
DE · DALBERG
ARCHIEPISCOPI · ELECTORIS
PRIMATIS · DVCIS
PRINCIPIS · OPTIMI
PII · SAPIENTIS
MAGNANIMI · MVNIFICI
VIXIT · ANN · LXXII · DI · II
OBIIT · RATISBONAE
X · FEBRVAR · M · DCCC · XVII

MEMORIAL
CAROLI THEODORI
DE DALBERG
ARCHIEPISCOPI ELECTORIS
PRIMATIS DACIÆ
PRINCIPIS OPTIMI
PII SUPREMI
MAGNANIMI MANITICE
VIXIT ANNI LXII DI II
OBIT RATISBONÆ
X FEBRUARII MDCCCXVII

Sanft ruhe die Asche des grossen Fürsten, dem ich gegenwärtige Schrift gewidmet habe. Die Vorsehung entrückte ihn früher aus unserem Mittel, als der Druck des Ganzen vollendet war. So stehe denn obige Aufschrift hier, als wiederholter Ausdruck meiner Hochachtung und Dankbarkeit — auch vertrete sie die Stelle eines Monuments, bis Ihm ein herrlicheres aus Erz und Marmor errichtet wird, auf das Er so gerechte Ansprüche hat.

Kepler, der Ruhm Deutschlands, starb zu Regensburg, an Baarschaft zimlich arm, an Rückständen für die damaligen Zeiten reich. Seine Erben kamen mehr als einmal hieher, um ihre Forderungen geltend zu machen, und einzutreiben, was sie konnten; aber Dem einen Grabstein zu setzen, dessen Verlassenschaft ihnen so nahe am Herzen lag, daran dachten sie nicht — Gerade der Fürst, von dem hier die Rede ist, erfüllte hundert acht und fünfzig Jahre später aus Großmuth ihre Pflicht.

Auch Carl von Dalberg starb hier, arm an Baarschaft, und reich an Rückständen. Bald sind es drey Jahre, daß seine

körperliche Hülle im Schoos der Erde ruht, und noch spricht
kein Steinchen den Platz in der hiesigen Domkirche aus, wo
man die Ueberreste eines der größten Fürsten unseres Jahrhun-
derts zu suchen hat!! Welcher Dalberg wird diese Pflicht er-
füllen? Welche der sieben Städte, um die Er sich vorzugsweis
verdient gemacht hat, wird ihre Dankbarkeit der Nachwelt durch
ein bleibendes Monument am würdigsten kund machen? —

V o r r e d e.

Der Zweck gegenwärtiger Abhandlung ist, die schwachen Lichterscheinungen zu untersuchen, welche sich ergeben, wenn man auf die Körper durch äussere Kräfte bloß mechanisch wirkt, wie z. B. durch Drücken, Reiben, Feilen, Stossen, Schlagen, Hämmern, Zerstückeln, u. s. f. geschieht. Faßt man diese und ähnliche Verfahrungsarten gehörig ins Auge, so ergiebt sich, daß sie sich insgesamt auf drey zurückbringen lassen, nach Verschiedenheit der Richtung, mit welcher die äussere Kraft auf den Körper wirkt, nämlich auf Druck, Bruch, und Reibung. Strebt man den Rauminhalt des allerwärts beschränkten Körpers zu vermindern, so erhält man Verdichtung durch Druck, wenn anders der Körper nachgiebt: Wirkt die äussere Kraft ihrer Richtung nach Raumerweiternd, so erfolgt entweder gleichförmige Ausdehnung, oder Trennung, Bruch: Ist endlich die nach Raumverminderung strebende Kraft mit steter Bewegung verbunden, so ergiebt sich bey starren Körpern Druck und Bruch zugleich, Reibung. Kurz! Alles läuft entweder auf ein gewaltsames Zusammenengen, oder auf Trennen, oder auf beydes zugleich hinaus. Hiemit zerfällt mein Aufsatz sehr natürlich in drey Abschnitte. Im ersten untersuche ich die Folgen des äusseren Drucks: im zweyten jene der Ausdehnung und Trennung: im dritten die Erscheinungen der Reibung, und was darauf Bezug hat.

Die französische Preisfrage gab mir Anlaß, und mein erweiterter Plan legte mir die Pflicht auf, auch diese Art der Phosphorescenz nach Kräften und Musse zu untersuchen, was mir desto nothwendiger schien, je beschränkter und einseitiger unsere Kenntnisse und Ansichten über diesen Gegenstand bisher noch waren. Bis zu Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts kannte man nur das durch Reiben entstehende Licht, womit sich ehemals Hauksbee und Dufay, späterhin der Hr. Gr. Razumowsky und Wedgwood beschäftigt hatten. Nur des letztern Versuche wurden durch Gren's Journal, hauptsächlich unter uns, bekannt. Da man sie ohne strenge Prüfung und Wiederholung auf Treue und Glauben annahm, so fand auch seine Erklärung Eingang und Beyfall, obwohl sie sehr unvollständig, und zum Theil unrichtig ist. Um das Jahr 1803. erhielten wir auch einige Notiz über das Leuchten der Luft, wenn sie rasch verdichtet wird; allein auch diese Erfahrung wurde nicht weiter verfolgt, oder auf andere Substanzen ausgedehnt. Das Licht endlich durch Bruch gewisser Fossilen (nicht künstlicher Präparate) entgieng unserer Aufmerksamkeit ganz und gar. In dieser Hinsicht könnte man den zweyten Abschnitt meiner Abhandlung neu nennen; wenigstens war er es zur Zeit, als ich mich damit beschäftigte, 1810 und 1811. — Daß meine Arbeit so spät erscheint, muß man zum Theil meiner seit 1812. wesentlich geänderten Lage zuschreiben. Uebrigens habe ich's noch nie bereuet, mit meinen physikalischen Untersuchungen etwas langsam aufzutreten, weil man in Erforschung der Natur mit jedem Tage lernt.

Mein Hr. Collega Dessaignes war glücklicher als ich; er konnte uns bereits 1811 und 1812. die Resultate seiner Versuche liefern, wie man aus dem *Journal de Physique* von diesen Jahren, und auch aus unseren deutschen Zeitschriften sieht. Sein Aufsatz über die *Phosphoreszenz durch Druck* findet sich vor in *Gilberts Annalen*, XXXVII, 339 — 349: und in *Schweiggers Journal* VIII, 115, ff.; dasselbe Heft liefert uns auch (S. 70 — 115. den umständlichen Bericht über das *Leuchten durch Collision*, wie er sich ausdrückt. Meinem frühern Versprechen gemäß sollten des Hrn. Dessaignes Aufsätze auch hier als Anhang folgen. Allein da ich voraussetzen darf, daß die meisten meiner Leser im Besitz obiger Zeitschriften sind, so ändere ich diesmal mein Vorhaben, um Niemand in die Nothwendigkeit zu versetzen, dasselbe zwey- und dreymal zu kaufen.

Am Schluß der dritten Abhandlung (S. 416. §. 123.) äusserte ich mich, daß es nur *dreyerley Arten* von Phosphoreszenz gebe: durch *Insolation*, durch *Temperaturerhöhung*, und durch *Verwesung*, in der Voraussetzung nämlich, daß man zur zweyten Art auch das Leuchten durch chemische Mischungen, und durch mechanisches Verfahren rechne, wie es zum Theil auch seyn muß. Allein *reiner Bruch* und *sanftes Reiben* liefern uns noch *zwey neue Arten*, welche an Wichtigkeit keiner der vorigen nachstehen, und die sich meines Erachtens etwas schwerer erklären lassen. Die letztere Art dürfte sich wohl an das electrische Licht durch Reibung anschliessen, die Phosphoreszenz durch Bruch hingegen hat etwas ganz eigenthümliches, worüber man zur Zeit nur Muthmassungen aufbringen kann.

Da ich jetzt vom Leuchten der Körper durch mechanische Mittel umständlich handle, so wird man ohne Zweifel auch das electrische, durch Friction erzeugte Licht, als das Schönste und lehrreichste aus allen, hier suchen.

In der That! wenn es je eine Phosphoreszenz im eigentlichen Sinne des Worts giebt, so ist's die, welche uns eine kräftige Electrisirmaschine, zweckmässig eingerichtete phosphorescirende Glasröhren, u. dergl. verschaffen. Dennoch geschah hievon in der Preisfrage mit keiner Sylbe eine Meldung. Vielleicht darum, weil man dieses Licht auch bey Tage sieht? oder weil hievon, als einer längst bekannten Sache, in allen Schriften über Electricität Meldung geschieht? Allein was findet man in derley Büchern? die vorzüglichern Lichterscheinungen, und etwa die damit veranstalteten Spielereyen, von der wahrscheinlichen Ursache aber so viel als nichts. Dieses bewog mich, die Versuche als bekannt voranzusetzen, und nur über den Ursprung derselben, und über die Aehnlichkeit zwischen dem gewöhnlichen Frictionslicht und dem electrischen etwas wenigens zu sagen; denn eine vollständige Erörterung dieses interessanten Gegenstandes würde ein eigenes Werk von grossem Umfang fordern, wozu ich weder Zeit, noch Lust habe. Wer sich damit weiter beschäftigen will, findet zu Ende dieser Abhandlung einen Entwurf, den ich mir anfänglich selbst machte, und dessen Ausarbeitung für Wissenschaft nicht ohne reellen Nutzen seyn dürfte.

Regensburg, den 30. März 1818.

Kurze Inhaltsanzeige.

ERSTER ABSCHNITT.

Licht durch Druck und Reibung ohne Bruch,

oder

Verdichtungslicht.

ERSTES KAPITEL.

Licht durch Verdichtung permanentelastischer Flüssigkeiten.

	Seite.
1. Die Luftarten eignen sich zu diesen Versuchen am besten, minder die tropfbaren Flüssigkeiten, starre Körper gar nicht.	425
2. Hr. Mallet in Lyon sah zuerst Licht bey verdichteter Luft, Biot verfolgte diese Entdeckung: Geschichte des Compressions-Feuerzeugs;	—
3. Doppelter Zweck des Naturforschers bey diesen Versuchen;	426
4. Zweckmässige Einrichtung einer kleinen Verdichtungspumpe, aus Messing und aus Glas;	427
5. Verdichtung der vorzüglichsten Luftarten;	428
6. Resultate dieser Versuche, Wärme und Licht;	—
7. Ursache der Temperatur-Erhöhung.	429
8. Ursache der Licht-Entwicklung.	430

ZWEITES KAPITEL.

Licht durch scheinbare Verdünnung der Luft.

9. Kurze Geschichte des Windbüchsenlichts;	431
10. Meine Bemühungen und Erfahrungen mit mancherley Windbüchsen;	—
11. Erklärung dieser Erscheinungen;	432
12. Fortsetzung dieser Erklärung.	433

DRITTES KAPITEL.

Zerstreute, hieher gehörige Erfahrungen.

13. Licht, wenn der Recipient auf der Luftpumpe springt, Luftpumpenlicht;	—
14. Abänderung dieses Versuches mit einer Glasscheibe;	434
15. Ferner mit einer überspannten Blase;	—
16. Erklärung dieser Erscheinung, und Bemerkungen hierüber;	435
17. Licht einer kleinen Verdünnungspumpe;	—
18. Licht bey Platzungen im verdünnten Raum, Folgen unter Wasser,	436
19. Licht der gläsernen Petarden im Kleinen;	—

9.		Seite.
20.	Licht der Glaspfen, wenn sie zerspringen;	437
21.	Fruchtlose Bemühung mit Dampfkügelchen;	—
22.	Licht bey der Entladung einer electrischen Verstärkungsflasche, einer Muskete, bey'm Schwingen einer Peitsche;	438
23.	Nöthige Erinnerung bey'm Zerspringen eines Glases.	—

VIERTES KAPITEL. Rückblicke und Folgerungen.

24.	Hauptmomente, von welchen die Stärke des Verdichtungslichts abhängt;	439
25.	Muthmaßliche Erscheinungen in Papins - Topfe;	—
26.	Merkwürdiger Versuch des Hrn. Gr. v. Rumford in München;	440
27.	— — des Hrn. Bar. Hall in England;	—
28.	Folgen eines übergrossen, und ganz beseitigten Drucks unseres Dunstkreises;	—
29.	Anwendung auf die Temperatur in hohen und niedrigen Regionen: Druck des Weltmeeres;	441
30.	Folgen der Verdichtung im Windkessel der Büchse;	—
31.	Mariotte's Gesetz der Luftverdichtung;	442
32.	Reichhaltigkeit der Gase an Lichtstoff; ihre Verwandtschaft zu diesem; ihre Zersetzung durch Druck: Was ist Zünden durch Electricität? Was Glühn ohne Verbrennen? Newmann's chemisches Gebläse längst gekannt, und sogar verstärkt. Vermeintliches Schmelzen geschleuderter Bleykugeln;	—
33.	Anwendung auf die Meteorologie;	445
34.	Anwendung auf die Physiologie;	446
35.	Durch wahre Luftverdünnung kann nicht wohl Licht entstehen;	—
36.	Unmöglichkeit eines bisher passenden Versuchs;	447
37.	Verpuffung des Oxy-halogengas mit Licht.	—

FÜNFTES KAPITEL. Licht durch Druck auf tropfbare Flüssigkeiten.

38.	Drey Hindernisse setzen sich hier dem Experimentator entgegen;	448
39.	Gleichzeitige Bemühungen des Hrn. Dessaignes mit mir;	—
40.	Beschreibung einer zweckmässigen Pumpe hiezu;	449
41.	Nöthige Abänderungen der von Dumotiez in Paris verfertigten Pumpe, nebst einigen Manipulationen;	450
42.	Resultate der Versuche, und Lichtausbruch bey der Compression mancherley Flüssigkeiten;	451
43.	Wahrscheinliche Ursache dieses Leuchtens;	452
44.	Gleichzeitige Temperatur-Erhöhung;	453
45.	Fernere Erklärung dieser Erscheinungen;	—
46.	Anwendung auf das Licht des frisch segelnden Schiffs, der Brandung; Reibung des Wassers an den Seitenwänden der Gefässe.	454

SECHSTES KAPITEL. Licht durch Druck auf feste Körper, ohne Bruch.

47.	Hier werden dreyerley Fälle betrachtet und erörtert. A. Folgen des Drucks mit Reibung ohne Bruch.	455
-----	--	-----

48. Feuermachen in ältern und neuern Zeiten; 456
49. Entzündung der Waldungen durch Sturm, und des vom Stappel laufenden Schiffs? —
50. Mehrere bekannte Erfahrungen, welche hieher gehören, im Grossen und im Kleinen. 457
- B. Folgen des Drucks ohne Reibung bey Metallen und Holz.*
51. Die Versuche wurden auf dem hiesigen Kupferhammer an der Donau ausgeführt; 458
52. Kein Metall leuchtete unter dem grossen Hammer; —
53. Wie man Eisen durch Hämmern bis zum Glühen erhitzen kann. 459
54. Berthollet's Versuche auf der Münzpresse zu Paris, nebst den Resultaten. —
55. Erfahrungssätze, welche hieraus gezogen werden. Erhitzung durch Beugung der stählernen Werkzeuge. 460
- C. Folgen des Drucks auf mineralische Pulver.*
56. Zermalmung der Fossilien zu Pulver; 461
57. Condensationspumpe hiezu, und Manipulation; 462
58. Das Leuchten der mineralischen Pulver ist sehr wahrscheinlich eine Phosphorescenz durch Temperatur-Erhöhung, weil es dieser nach allen Umständen ähnlich ist. —
59. Dieses wird durch Aufzählung der Resultate bey den vorzüglichsten Erdarten erwiesen. —
60. Aehnliche Erfahrungen auf den Pulvermühlen bey Kohlen, Salpeter, und Schwefel. Nachtrag zur Phosphorescenz der Vegetabilien durch Druck. 463

SIEBENTES KAPITEL

Verpuffen der Knallsalze durch Druck.

61. Sie kommen hier nur der Vollständigkeit halber vor, indem sie eigentlich nicht hieher gehören. 464
62. Die ältesten einer Verpuffung fähigen Präparate werden aufgezählt. Merkwürdige Stelle aus Rogerius Baco, zur Epoche des Schießpulvers. —
63. Die Knallsalze neuerer Zeiten lassen sich unter drey Klassen bringen, 461
64. Die Salzsäure oder die Salpetersäure machen den Hauptbestandtheil derselben aus, der zweite ist ein Kali oder ein Metall; der leichtverbrennliche Zusatz befördert nur den Erfolg. 462
65. Wahrscheinliche Erklärung der Verpuffung durch Druck, Wärme, u. dergl. —
66. Entzündung durch Druck mechanisch gemengter Pulver-Versuch des Olaus Borrichius. 463

ACHTES KAPITEL.

Rückblicke und Folgerungen.

67. Leuchten durch Druck und Stofs — eine merkwürdige Erscheinung — roher Vergleich. —
68. Unter welchen Umständen es erfolgt; umständliche Zergliederung eines solchen Versuches; 464
69. Die erste Wirkung des Drucks ist Verdichtung — was geht hier vor? —
70. Die zweite gleichzeitige Wirkung ist Temperatur-Erhöhung durch den dem geprüften Körper selbst angehörigen Wärmestoff; 465
71. Die dritte Wirkung ist Zersetzung vom unmerklichen bis zum auffallenden Grad — hieraus Leuchten durch Druck. —
72. Merkwürdiger Unterschied zwischen langsamen und schnellen Druck, zwischen Druck und Schlag, warum? 466
73. Nur das Flüssige leuchtet im strengen Sinne durch Druck, nur das Starre durch Bruch. 467
74. Leuchten bey dem Uebergang des Flüssigen in den festen Zustand, z. B. Krystallisationen. —

ZWEITER ABSCHNITT.

Licht durch Bruch, ohne Reibung und ohne merklichen Druck.

Trennungs - Licht.

Vorerinnerung.

75. Nur die starren Körper eignen sich zu diesen Versuchen; auf Flüssigkeiten sind sie nicht anwendbar. 468
76. Starre Körper können auf zweierley Art mechanisch getheilt werden — durch Druck und durch Bruch — Unterschied beyder — hier nur vom Bruch. — 469
77. Umfang dieser Untersuchung, Ordnung, Verfahrensart. —

ERSTES KAPITEL.

Licht durch Zerreißen, Spalten, und Brechen.

78. Vom Zerreißen der Stricke, der Holzarten, der Metalle; vom Spalten des Holzes; Resultate — 471
79. Brechen und Spalten der Fossilien; —
80. Sechs Erfahrungssätze hierüber; 472
81. Aufzählung der vorzüglichern Versuche, auf welche sich jene Sätze gründen; —
82. Allgemeines Resultat, und Verzeichniß der hierzu schicklichsten Fossilien; 474
83. Zerstückeln unter dem Hammer und im Mörsel: Resultate und Folgerungen:

Es giebt Fossilien, welche durch reinen Bruch und Trennung so gut leuchten, als die permanentelastischen und tropfbaren Flüssigkeiten durch Druck und Verdichtung — ein neues Phänomen. —

ZWEITES KAPITEL.

Vom Krystallen - Licht.

84. Vom Leuchten des schwefelsauren Kali, wenn es in Krystallen anschiefst, u. s. f. zuerst von Pickel in Würzburg bemerkt; dann auch von andern. 475
85. Wissenschaftliche Versuche hierüber von Giobert in Paris; 476
86. Sammt den Resultaten; merkwürdige zwey Nebenumstände; 477
87. a) das Sonnenlicht hat auf dieses Leuchten Einfluß; —
88. b) mit andern Neutralsalzen will der Versuch nicht gelingen. 478
89. Das Leuchten vieler Salzkristalle im trockenen Zustand durch reinen Bruch — gelogenheitlich auch durch Reiben, und Schlagen. — 479
90. Vom Leuchten des Mellis- und Candiszuckers; 480
91. Vom Mellis in's besondere: —
92. Vom Leuchten des Candis im Kleinen und im Grossen, —
93. und im verdünnten Raum der Luftpumpe; 481
94. Vom Leuchten des Eises: Versuche im Kleinen; 482
95. Erfahrungen im Grossen; Leuchten des Treibeises u. dergl. —
96. Das Leuchten frisch bereiteter Zinkblumen, gehört nicht hieher, wie auch manches Leuchten phosphorsaurer und salzsaurer Verbindungen nicht. 483

DRITTES KAPITEL.

Wahrscheinliche Ursache dieser Phosphorescenz.

97. Das Leuchten natürlicher Fossilien und künstlicher Krystallisationen *einzig durch Brechen und Spalten*, ohne Insolation, ohne Temperaturerhöhung, ohne Verbrennen, ohne Druck und Reibung, ohne chemische Mischung, und ohne Verwesung, ist ein wahres Naturgeheimnis. — 484
98. Es ist keine Folge des Drucks, oder der schwachen Reibung, womit etwa die Trennung begleitet seyn könnte; —
99. Es kommt nicht aus der in die Spalte stürzenden Luft der Umgebung; 485
100. Es ist eine Folge der aufgehobenen Cohäsion, nach welcher das Starre immer strebt; eine Folge des Conflicts entgegengesetzter Kräfte;
101. In der organischen Natur ist der Lichtstoff das Bindungsmittel des Starren, vielleicht ist er's auch im Mineralreich — wenigstens spielt er bey den Krystallbildungen eine wichtige Rolle. —
102. In dieser Voraussetzung müßte bey raschen Trennen und Spalten das Bindungsmittel entweichen, Licht müßte frey werden, mithin die Substanzen von krystallinischem Gefüge vor anderen leuchten. 486
103. Noch eine Ansicht: Ist vielleicht dieses Trennungslicht *electricischer Natur*? 487
104. Gründe für diese Meinung; 488
105. Folgerungen und endliche Erklärung. 489
106. Einschränkungen und Mittelstrasse. —

VIERTES KAPITEL.

Rückblicke und Anwendung.

107. In wie weit dieses Phänomen nen genannt werden kann, Unterschied vom Licht durch Collision, und Versehen bey früheren Versuchen: nöthige Vorsicht, durch einige Beyspiele erläutert; 490
108. Canton's frisch bereiteter Phosphor leuchtet durch Spalten, und Erschüttern, gehört aber nicht hierher, sondern zum Leuchten durch Temperaturerhöhung. —
109. Dasselbe gilt vom Leuchten erhitzter Kalksteine, und des ätzenden Kalks unter mancherley Umständen: 491
- 110 — 111. Vom Leuchten des ätzenden, und des milden Quecksilber-Sublimats; 492
- 112 — 113. Mancherley Anwendungen und Bemerkungen (von *a* bis *h*) 493
114. Diese Art der Phosphorescenz steht in enger Verbindung mit der Krystallographie, und verdient noch weiter untersucht zu werden. 494

DRITTER ABSCHNITT.

Phosphorescenz durch Druck und Bruch zugleich, durch Friction.

Geschichtliche Einleitung — frühere Erfahrungen.

115. Versuche der Florentiner Academie del Cimento; 495
116. — — — des Robert Boyle —
117. — — — von Bernoulli und Cassini 496
118. — — — von Hauksbee 497
119. — — — von Gray u. Dufay —
120. — — — von Delius —

§.

121. Versuche von Henkel und Hoffmann.
 122. — — — des Hrn. Grafen v. Razumowsky, Wedgwood, und Dessaignes.
 123. Meine Bemühungen seit 1808.

Seite:

498

—

499

Aufzählung eigener Versuche.

ERSTES KAPITEL.

Phosphorescenz gleichnamiger Körper.

A. Durch mässiges Reiben.

- | | |
|--|-----|
| 124. Phosphorescenz der Kalk- und Schwererden. | 501 |
| 125. — — — — — der Thon- und Talkerden; | 502 |
| 126. — — — — — der Kieselerden, | 503 |
| 127. — — — — — der Salze und verbrennlichen Substanzen; | 504 |
| 128. — — — — — der Metalle und Metallstoffen, der Oxyde; | 505 |

B. Durch starkes Reiben.

- | | |
|---|-----|
| 129. Was man darunter versteht, und wie man dabey zu Werke gieng. | — |
| 130. Unterschied zwischen diesem und jenem Verfahren, hinsichtlich der Intensität des Lichts; | 506 |
| 131. Hinsichtlich der Farbe des Lichts, und des Geruchs; | — |
| 132. Unerwarteter Erfolg hinsichtlich der entstehenden Wärme; | 507 |
| 133. Schon hieraus folgt, daß dieses Licht keine Folge der Erhitzung ist. | — |
| 134. Zwey Erfahrungen auf einer Getreidemühle. | — |

ZWEITES KAPITEL.

Phosphorescenz ungleichnamiger Körper.

A. Durch mässiges Reiben mit freyer Hand.

- | | |
|---|-----|
| 135. Bergkrystall als Reibzeug: Versuche mit verschiedenen Körpern nach der Ordnung wie im vorigen Kapitel; | 508 |
| 136. Bemerkungen über die erhaltenen Resultate. | 509 |

B. Durch starkes Reiben am Schleifstein.

- | | |
|--|-----|
| 137. Anrichtung hiezu und Verfahren; | 510 |
| 138. Eine lange Reihe von Versuchen durch alle Klassen starrer Körper, nebst dem Erfolg; | — |
| 139. Bemerkungen hierüber von <i>a</i> bis <i>f</i> . | 513 |
| 140. Erfahrungen auf einer grossen Schleifmühle an einem Stein von achthalb Fufs im Durchmesser. | 514 |

DRITTES KAPITEL.

Phosphorescenz durch Reibung, welche auf eine sehr kleine Fläche beschränkt ist.

A. Durch Streichen mit einer Radiernadel:

- | | |
|---|-----|
| 141. Mancherley Arten der Friction, die uns eben nichts neues zeigen — warum man die angeführte Art nicht übergehen durfte; | 51 |
| 142. Resultate in fünf Erfahrungssätzen vorgetragen. | 516 |

B. Durch Streichen mit einer Schreibfeder:

- | | |
|---|-----|
| 143. Frühere Erfahrungen hierüber. | 517 |
| 144. Meine Versuche nebst den Resultaten. | — |

VIERTES KAPITEL.

Bemerkungen über obige Versuche.

A. Bey mässiger Reibung gleichnamiger Substanzen.

145. Allgemeinheit dieser Phosphorescenz durch das gesammte Reich der Fossilien. 518
 146. Stufenfolge nach der Schönheit des Phänomens, Kiesel - Thon - Kalk - Talk - Geschlecht; 519
 147. Beförderungsmittel des Leuchtens; —
 148. Dauer des Lichts; 520
 149. Farbe desselben, Zerlegbarkeit durch's Prisma; —
 150. Electricität - Erregung; 521
 151. Gleichzeitig sich verbreitender Geruch. 522

B. Bey stärkerer Reibung:

152. Bey gleichnamigen Fossilien bewirkt Menschenkraft allein, ohne Maschine, nie fühlbare Wärme; —
 153. Am laufenden Sandstein hingegen ändert sich alles: Erhitzung ohne Grenzen; 523
 154. Das Streichen mit einer Radiernadel oder Schreibfeder klärt nichts auf: doch ergaben sich dabey ein Paar merkwürdige Unterschiede; —
 155. Das Endresultat ist, das das Leuchten durch Reibung vorzüglich von der Aggregatform, und vom krystallinischen Gefüge der Fossilien abhängt; was ausserdem noch dazu beyträgt, wird beygebracht. 524

FÜNFTES KAPITEL.

Wahrscheinliche Ursache und Erklärung des Frictionslichts.

156. Mehrseitige Ansicht dieses Phänomens. 525
 157. Abtheilung der leuchtenden Substanzen in verbrennliche Körper, erdige Fossilien, Salien, und chemische Präparate: hievon der Ordnung nach 526.
 158. I. Das Leuchten verbrennlicher Substanzen besteht in einem wahren Verbrennen — Aufzählung der vorzüglichsten Fälle; 527
 159. Erscheinungen im verdünnten Raum; 528
 160. Wie durch Reibung Wärme entsteht. 529
 161. II. Das Leuchten erdiger Fossilien ist nicht eine Folge der Erhitzung, wie man bisher dafür hielt. —
 162 — 164. Beweise dieses Satzes aus mancherley Erfahrungen, aus Vergleichung mit der Phosphorescenz Temperaturerhöhung u. s. f. 530 — 531
 165. Uebrigens hat die Wärme auf diese Phosphorescenz allerdings einigen Einfluß. 532
 166. III. Die nächste Veranlassung hiezu ist das Abspringen hervorragender Theile rauher Oberflächen, mit den nöthigen Beweisen. 533
 167. IV. Vorzüglich darum leuchten die kieselartigen Steine durch Reibung am schönsten. 534
 168. V. Die Vortheile der Reibung vor dem Bruch bestehen in drey Umständen, u. s. f. nebst der Erläuterung. —

SECHSTES KAPITEL.

Ueber den electrischen Stoff, und das electrische Licht.

169. Es giebt dreierley Verfahren, die Electricität mechanisch zu entwickeln; durch Berührung, Reibung, Trennung. 536
 170. Der Lichtstoff macht einen Bestandtheil des electrischen Fluidum aus; den anderen nenne ich die Basis. —
 Bey jeder Erregung geht eine Trennung dieser Bestandtheile vor.
 171. Was ich unter Electricität durch Berührung, Reibung, und Bruch verstehe. 537
 172. Fälle, in welchen sich Licht und Basis gemeinschaftlich äussern. —
 173. Fälle, in welchen sich nur die Basis äussert; 538

§.

174. Dieses trifft vorzüglich bey dem Galvanismus zu.	Seite 539
175. Fälle, in welchen sich nur das Licht äussert;	540
176. Dieses trifft bey der gewöhnlichen Friction der Fossilien zu;	—
177. Man kann aber durch eine schickliche Anrichtung auch das Daseyn der Basis bemerken;	541
178. Wo nicht, so läßt sich die Ursache des Verschwindens muthmaßlich angeben.	542
179. Entwurf einer noch zu erwartenden Electrologie;	543
180. Wie sich Galvanismus, Voltaismus, und Davismus von einander unterscheiden;	544
181. Hiezu gehört auch der Mesmerismus.	545
182. Das Frictionslicht steht wahrscheinlich in Verbindung mit der Contactelectricität, und der Polarität des Lichts.	—
183. Wie sich das Freywerden des Kali durch Reiben erklären läßt.	546
184. Luftleerer Raum isolirt nicht.	—

SIEBENTES KAPITEL.

Vom Leuchten einiger Salien, Verglasungen, und chemischer Verbindungen.

185. Alle krystallische Salien leuchten durch Bruch, Reibung, oder Schlag.	547
186. Die chemischen Verbindungen dienen nicht zur Begründung einer Theorie.	548
187. Phosphorsaure Verbindungen, welche ein Licht durch Reibung gewähren.	—
188. Salzsäure Verbindungen —	550
189. Schwefelsäure Verbindungen —	—
190. Bemerkungen hierüber.	—
191. Was bey mehreren Verglasungen vorgeht;	551
192. Enderklärung.	552

ACHTES KAPITEL.

Rückblicke und Anwendung.

193. Verschiedene Erklärungen älterer	
194. und neuerer Zeiten.	553
195. Chemische Analyse der Kieselerde des Hrn. v. Dolomieu;	—
196. Dessen Folgerungen;	554
197. Wiederholung obiger Analyse von Hrn. Prof. Schmid;	555
198. Ein Versuch des Hrn. v. Lamanon.	556
199. Bestreitung desselben von Seite seiner Landsleute.	—
200. Folgerungen des Hrn. v. Lamanon, Dolomien, Schmid.	557
201. Sonderbare Erklärung des Hrn. Dessaignes.	559
202. Wird umständlich auseinander gesetzt;	560
203. und zum Theil widerlegt.	561
204. Einige paradoxe Stellen aus Ritters Fragmenten.	562
205. Alles Reiben starrer Körper scheint immer mit Electricität, Wärme, Licht, und Geruch begleitet zu seyn.	564
206. Nutzen einer eigenen Frictionsmaschine zu obigen Versuchen.	565
207. Sonderbare Wirkungen der Reibung;	—
208. Eigenheiten des Diamants.	566
209. Vorzüge des gemeinen Schwefelkies zum Feuermachen;	—
210. Vom Leuchten der Barometer.	567
211. Erwärmen durch Reibung, Ofenhitze, und Sonnenstrahlen.	568
212. Schluss des Ganzen mit einigen allgemeinen Ideen.	569

ERSTER ABSCHNITT.

L i c h t

durch Druck und Reibung ohne Bruch.

Verdichtungslicht.

ERSTES KAPITEL.

Licht durch Verdichtung permanent elastischer Flüssigkeiten.

§. 1.

Ich beginne meine Untersuchungen über das Leuchten der Körper durch *mechanische* Mittel mit dem einfachsten Fall, mit dem Druck auf permanent-elastische Flüssigkeiten, d. h. auf Substanzen, welche zu derley Versuchen ganz vorzüglich geeignet sind: wobey durch äusseren Druck beynahe nichts, als ein Zusammenrücken ihrer Bestandtheile erfolgt, ohne gegenseitige Reibung, und ohne eigentliche Formänderung derselben. Tropfbare Flüssigkeiten sind hiezu schon minder geschickt, starre Körper am wenigsten. Bey den letztern hat der Druck mannigfaltige Folgen; der gewöhnlichste ist Bruch, Aufheben der Cohärenz, gewaltsames Verschieben der Theile. Reiben der Bruchstücke, u. dergl., hiemit Druck, Bruch, und Reibung zugleich — drey ganz verschiedene Wirkungen, die man füglich einzeln betrachtet. Zuerst also von reinem Druck, der nur auf Flüssigkeiten anwendbar ist und vorzüglich bey ausdehnbaren merklich wirkt.

§. 2.

Dafs bey - und durch Verdichtung der Luft fühlbare Wärme entsteht, ist eine längst bekannte Erfahrung, wenigstens so alt, als der Gebrauch der Condensationspumpe, und der Windbüchse; von dem gleichzeitig ausbrechenden Licht aber wußten wir vor 1800 noch nichts bestimmtes.



Der Versuch, welcher zu allen übrigen Anlaß gab, ist folgender: Wenn man in einer cylindrischen, einerseits Luftdicht verschlossenen Glasröhre mittelst eines streng passenden Kolben, die Luft schnell zusammenpreßt, so fühlt man an dem Theil der Röhre, wo die letzte Verdichtung vor sich geht, nicht nur etwas Wärme, sondern man sieht auch im Dunkeln einen vorübergehenden Lichtschimmer. Es scheint, Hr. Mallet Lehrer der Physik zu Lyon in Frankreich habe, bey Gelegenheit seiner Untersuchungen über die Wärme, ohngefähr 1803. dieses Licht zuerst bemerkt; dem Hrn. Biot in Paris aber gebührt die Ehre, den Versuch bald darauf wiederholt, und zu physikalischen Untersuchungen benutzt zu haben. *)

§. 3.

Die mit einer solchen Condensationspumpe zu machenden Versuche sind von doppelter Art; man kann damit einigermassen die Entzündlichkeit der Körper, oder ihr Verhalten bey schnell erregter und sogleich wieder verschwindender *Hitze durch Druck* prüfen: ferner kann man damit die durch Verdichtung im geschlossenen Raum entstehenden Lichterscheinungen nicht nur der Luft und künstlicher Gase, sondern noch vieler anderer, einer Compression fähiger Körper untersuchen. Jenes reizte die Neugierde der Naturforscher früher als dieses. Man hat damit Butter, Talg, Wachs, u. dergl. erweicht: Kunkel's Phosphor, feine Leinwand, Papierstreifen, und Zündschwamm entzündet: man hat sogar Spuren des

*) Ueber die Geschichte des Compressions-Feuerzeuges sehe man: *Bibliothèque Britanique*, Juillet 1803. *Journal de Physique*, Tome LVIII, pag. 457; *Gilberts Annalen B. XVIII*, 240: XX. 99: u. folg. Folgendes mag als Beytrag gelten: Hr. Dumotiez, ein sehr geschickter Verfertiger physikalischer Instrumente in Paris, gab sich viele Mühe, derley Pumpen zweckmässig und wohlfeil zu liefern. Er veränderte die Dimensionen der Verdichtungsrohre auf mancherley Art, erhielt mit einem Röhrchen von der Weite eines Federkiels noch Licht, und fand die Röhren von 4 bis 5 Linien im Lichten, und 4 bis 5 Zoll Länge am zweckmässigsten. Die Form der Hauptmündung änderte er auf mancherley Art, wie seine Benennungen andeuten, als: a) *Briquet à robinet*; die eine Oefnung der messingen Pumpe schließt sich mit einem genau passenden Hahn, ohngefähr wie bey Luftpumpen, oder wie eine Nufs bey den Meßinstrumenten der Alten. Der Cylinder ist an diesem Ende dick, und kugelförmig, hat seitwärts eine Oefnung, so wie der Hahn oder die Nufs eine Höhlung, um den Zündschwamm aufzunehmen. b) *Briquet à bouchon conique, à mouvement de baïonette*; Anstatt des Hahns wird die Mündung der Pumpe mit einem konischen Stöpsel geschlossen, der gleichfalls eine Höhlung, so wie die Pumpe eine Seitenöfnung für den Schwamm hat, der Schluß ergiebt sich wie bey einem Bajonette. c) *Briquet à bouchon à vis*; die Mündung wird Luftdicht verschraubt, mittelst eines Deckels, der zugleich den Schwamm enthält. d) *Briquet en canne*; um das Feuerzeug in einem Spazierstock anzubringen, bleibt die vordere Mündung stets geschlossen, und der Schwamm wird an das Ende des Kolben befestiget, oder in eine Höhlung desselben gelegt. e) *Briquet en cristal*; der Cylinder aus dickem Glas, hauptsächlich zu wissenschaftlichen Untersuchungen. Als Feuerzeug verdient die erste Art allen übrigen vorgezogen zu werden; der Preis ist 15 Franken.

Schmelzens bey leichtflüssigen Metallgemischen bemerkt: eine Zeitlang mußte so eine Pumpe die Stelle des Feuerzeuges vertreten, und s. f. Hr. Dessaignes und ich richteten unser Augenmerk vorzüglich auf das durch Druck bewirkte Leuchten der Körper, wie es der gemeinschaftliche Zweck unserer Untersuchungen über die Phosphorescenz erheischte. *) Meine Versuche datiren von 1810, nachdem ich in der Werkstätte des Herrn Dumotiez mit diesen Pumpen näher bekannt geworden bin. Es dürfte nicht überflüssig seyn, die Haupteigenschaften derselben anzugeben, wie sie mir eine längere Erfahrung gelehrt hat.

§. 4.

Soll das Instrument als Feuerzeug dienen, so hat man auf folgende vier Umstände Rücksicht zu nehmen: a) der Durchmesser des gut calibrirten messingen Cylinders sey im Lichten nicht über fünf Pariserlinien: b) die Mündung, gegen welche der Druck gerichtet ist, schliesse vollkommen luftdicht: c) der Druck zur Verdichtung der Luft geschehe möglichst schnell: d) nach dem Druck stelle man die Gemeinschaft mit der äusseren Luft sogleich wieder her. Als obige Erfahrung 1804. in Deutschland bekannt wurde, bediente ich mich anfänglich der zur gemeinen Windbüchse gehörigen Pumpe, wobey denn der Versuch eben so oft mißlang, als er glückte, weil keine der genannten Bedingnisse genau erfüllt ward. Ein enger Cylinder und ein rascher Stoss sind von größter Wichtigkeit; eine langsame Verdichtung bleibt zuverlässig ohne Wirkung. Deshwegen ist die in der Note unter No. 1. beschriebene Pumpe allen übrigen vorzuziehen.

Pumpen, welche zur Untersuchung der Lichterscheinungen bey Gasarten bestimmt sind, fordern eine eigene Einrichtung. Sie müssen schlechterdings von dickem Glas, und mit einem messingen Hahn versehen seyn. Die meinigen sind 5 par. Zoll lang, 5 Lin. weit, 2 Linien dick, und an beiden Enden mit messingen Kappen gefast; durch die eine dieser Kappen geht das Kolbenstängelchen, die andere steht mit einem Hahn in Verbindung, wodurch der Glascylinder mit Luftarten durch Saugen kann gefüllt werden. Da aber von der messingen Fassung gerade der Theil der Glasröhre bedeckt wird, wo sich das Licht durch Druck ergiebt, so ragt die Fassung inwendig so weit empor als von aussen. Um den hiedurch entstehenden schädlichen Raum zu vermindern, wird die zum Hahn führende Oefnung sehr eng gemacht. Die Länge von fünf Zoll ist mehr als hinreichend; denn man wird finden, dafs es immer nur auf den Raum der letzten zwey Zolle, und auf die schnelle Verdichtung im letzten Augenblick ankommt.

*) Hr. Dessaignes legte seine Resultate hierüber dem gelehrten Institut zu Paris bereits 1810. vor, womit uns das *Journal de Physique* 1811. Stück 3, umständlich bekannt machte. Unsere ersten Condensationspumpen waren aus derselben Werkstätte; allein beiden giengen sie bey wiederholten Versuchen in Stücken, und ich mußte mich mehr als einmal mit neuen versehen.

Die Hauptfassung ist nur mit Siegellack eingeküttet, die zweite, welche das Kolbenstängelchen in der Mitte des Cylinders erhält, wird mit Leder gefüttert, um den Kolben nach Belieben ganz herausziehen zu können. Der Kolben besteht bey meinen Glaspumpen aus vielen dicht zusammengepressten und fleissig abgedrehten Scheibchen von hartem Leder: er ist ein gutes Zoll lang. Bey weitem Glasröhren machte mir auch ein mit Hirschleder überzogener Stempel aus Kork gute Dienste, ohne mit Fette oder Oel getränkt zu seyn. Die Trockenheit und die Reinlichkeit der inneren Glaswänden trägt zum glücklichen Erfolg merklich bey. Arbeitet man mit Gasarten, so darf die Füllung nicht auf der Wasser- oder Quecksilberwanne, sondern sie muss nur durch Einsaugen geschehen. Ein mit nassem Leder überzogener Stempel hindert nicht nur das Entzünden verbrennlicher Körper; selbst das Licht bey Luft und Gasarten bleibt gewöhnlich aus, woran wohl die enge Glasröhre Schuld seyn mag: bey Versuchen im Grossen würde der Erfolg vermuthlich anders ausfallen.

§. 5.

In so einer Glaspumpe wurden geprüft: möglichst reines Sauerstoffgas, Stickstoffgas, Kohlensaures Gas, Salpetergas, Wasserstoffgas. Der Anfang wurde immer mit atmosphärischer Luft gemacht, weil man durch das hiebey entstehende Licht erfährt, ob die Pumpe fehlerfrey ist. Die Erfahrungen der Hrn. Biot und Hassenfratz (*Gilberts Annal.* XX. 99.) überhoben mich der Mühe, den immer gefährlichen, und mit dem Zerspringen der Pumpe begleiteten Versuch mit Knallluft zu wiederholen; der Versuch ist bekannt und richtig. Aus eben dem Grunde unterliess ich es, ein Gemisch von Wasserstoff- und salzsaueren Gas, zu verdichten. Schon bey Verdichtung des Wasserstoffgas springt die Pumpe gewöhnlich wegen zu rascher Entwicklung der Wärme.

§. 6.

Hiebey ergaben sich folgende Resultate:

- a) Alle Luftarten, die nicht athmenbaren so gut wie die athmenbaren, geben durch rasches Zusammendrücken ein im Finstern bemerkbares Lichtphänomen.
- b) Dieser Lichtschimmer ist nur augenblicklich und vorübergehend.
- c) Die Farbe des Lichts fällt gewöhnlich ins Röthlichte, und neigt sich abwechselnd zum weissen oder gelben; allein es hält schwer, hierüber etwas bestimmtes anzugeben, indem die Farbe des Lichts ausser der geprüften Substanz auch von der Stärke des Druckes und von der Farbe des Glases abhängt, und das Phänomen nur einen Augenblick anhält.
- d) Dieses Licht ist immer mit fühlbarer Wärme begleitet, die sich zwar von Aussen durch's Thermometer nicht genau bestimmen lässt, im Innern der Röhre aber hinreicht, leicht entzündliche Körper bis zum Glühen zu erhitzen, wenn sie vorläufig in die Pumpe gelegt werden, wie aus §. 3. erhellt.

- e) Verbrennliche Gase erzeugen, schon dem Gefühle nach, einen höheren Grad der Hitze, als nicht verbrennliche; daher bey Prüfung des Wasserstoffgas die Glasröhre nie aushält, wenn anders der Versuch gelingt.
- f) Zum glücklichen Erfolg trägt der rasche Druck im letzten Augenblick, und bey dem letzten Zoll des Kolbenspiels das meiste bey; daher es erlaubt ist, den Kolben über die Hälfte des gläsernen Cylinders anfangs langsam vorwärts zu schieben, und dann mit einem raschen Stofs zu vollenden. Wem es an Kräften mangelt, dem kömmt dieser Kunstgriff wohl zu statten.
- g) Durch öfters wiederholtes Zusammendrücken derselben Luftportion ergiebt sich, selbst bey den besten Pumpen, eine Luftverminderung, die man zum Theil dem unvermeidlichen Entweichen der Luft durch den Kolben und Hahn, zum Theil auch einer Luftzersetzung zuschreiben muß. Für letzteres kann ich aus eigener Erfahrung nicht sprechen; andere aber wollen es so gefunden haben. In der Ausübung ist es bey nahe unmöglich, der Luft allen Durchgang zwischen Kolben und Glas zu sperren, wie jeder aus Erfahrung finden wird.

§. 7.

Die Erklärung dieser Erscheinungen, das heist, ihre Zurückführung auf bekannte Naturgesetze, ist meines Erachtens nicht schwer. Die permanentelastischen Flüssigkeiten haben ihre Aggregatform und Ausdehnbarkeit dem Wärmestoff zu verdanken; werden sie durch äussere Kraft schnell in einen engeren Raum zusammengedrängt, so wird es der Wärmestoff in eben dem Maasse, letzteres freylich nur auf einen Augenblick, denn er entweicht. Das erste ist also Erhitzen des comprimierten Körpers, und Zersetzen desselben durch vermehrte Hize; das zweyte ist Verbreitung der Wärme, Erwärmung der Glasröhre und anderer Umgebungen. Befindet sich im Innern der Pumpe zugleich ein verdichtbarer, dem Drucke nachgebender Körper, z. B. Zündschwamm, so unterliegt er einer *doppelten Erhitzung*, von *Innen* und von *Aussen*; daher wird er zu glühen anfangen.

Könnte man den Versuch mehr im Grossen machen, so würde hier Schießpulver so gut als Knallluft verpuffen; Knochholz so schnell wie Schwamm glimmen. Selbst das Leuchten der comprimierten nicht athmenbaren Luftarten kann man ein augenblickliches Glühen nennen. So viel im Allgemeinen. Allein noch bleibt ein Umstand zu erörtern übrig, welcher bey allen künftigen Lichterscheinungen durch Druck vorkömmt, und von dem eigentlich der glückliche Erfolg abhängt. Es ist nämlich eine bekannte Erfahrung, daß man bey der Verdichtung der Luft durch äusseren Druck nur unter der Bedingung ein Licht und eine Entzündung verbrennlicher Substanzen erhält, *wenn der Kolbenstofs rasch und möglichst schnell geschieht*, ausserdem nicht. So wird man in der gläsernen Condensationspumpe nie ein Licht, im messingnen Condensations - Fe erzeuge nie ein Glimmen des Zündschwammes erzwingen, wenn man den Kolben nur langsam und allmählig hineindrängt. Diese Ertah-

rung ist so alt als der Versuch; aber auch die Ursache hievon entgieng dem aufmerksamen Experimentator nicht; denn sie lag in der Nähe. Soll in unserm Versuche Licht oder Entzündung erfolgen, so muß die Temperatur der comprimirten Luft auf den hiezu nöthigen Grad, manchmal bis auf die Glühhitze, gesteigert werden. Geschieht nun die Verdichtung nur stufenweis und langsam, so entweicht die durch Druck aus der Luft freygemachte Wärme in eben dem Maasse, als sie entsteht, in die Umgebungen, und der geringe Ueberrest bleibt ohne Wirkung. Dieses Entweichen läßt sich nicht anders hindern, als durch einen augenblicklichen Stofs, durch eine augenblickliche und zugleich beträchtliche Verdichtung und Wärme-Entbindung, wodurch die gesammte Masse des freyen Wärmestofs genöthigt wird, auf den geprüften Körper zu wirken. Auch zeigt sich hiebey, wie in der gesammten Mechanik, der beträchtliche Unterschied zwischen Druck und Stofs, dem Moment aus absoluter Kraft und Geschwindigkeit — Hiemit glaube ich die eine Hälfte des Phänomens hinreichend erklärt zu haben. *)

§. 8.

Ueber die Art, wie durch Verdichtung der Luft Wärme entsteht, sind vermuthlich alle Naturforscher einverstanden; die Frage ist also nur noch von der Abkunft des gleichzeitig ausbrechenden Lichts. Hierauf läßt sich so antworten: a) Betrachtet man die Luft mit vielen Chemikern als einen reichhaltigen Behälter des Wärme- und Lichtstoffs zugleich so muß durch starken Druck dieser so gut wie jener entweichen. b) Bedenket man, daß bey gehörig erhöhter Temperatur viele Körper, selbst unverbrennliche, zu glühen anfangen, so hat man hier ein Licht der Glühhitze. c) Eine beträchtliche Erhitzung hat immer Zersetzung der Körper zur Folge: wobey die feinem Stoffe wie z. B. Licht ist, zuerst entweichen, und so wäre das Leuchten durch Compression eine Folge der Zersetzung, wie in vielen andern Fällen. Uebrigens hat jeder, vorzüglich über das Wesen des Lichts, und den vielfachen Ausbruch desselben, seine eigenen Ansichten, hiemit auch seine eigene Erklärung wogegen ich nicht streite, weil wir damit nie in's Reine kommen werden.

*) Vom Windbüchsenlicht hat wohl Niemand eine richtigere, auf eigene Erfahrungen gegründete Erklärung gegeben, als Hr. v. Grotthuis, bey *Gehlen IX. 245. u. f.*, und gleichzeitig Hr. Munke in seinem *System der atomist. Physik*, S. 110. u. f.

ZWEITES KAPITEL.

Licht durch scheinbare Verdünnung der Luft.

§. 9.

Wenn man atmosphärische Luft (vermuthlich jede durch Compression nicht leicht zersetzbare Gasart) in einem sehr hohen Grad verdichtet, und ihr dann den Ausbruch durch eine enge Oefnung gestattet, so zeigt sich im Dunkeln ein Lichtphänomen, welches bisher unter dem Namen des Windbüchsenlichts bekannt war, weil man es hier zuerst sah, und auch am bequemsten hervorbringen kann. Liebhaber dieses Schießgewehrs mögen wohl das Windbüchsenlicht längst gesehen haben, wenn sie anders zu Nachts damit umgingen; die Gelehrten aber richteten ihr Augenmerk sehr spät darauf. Hr. Dr. Weber, Professor in Dillingen, führte es in seiner Abhandlung über die Electricität (*Landshut. 1791. u. Gilberts Annalen XI, 344.*) vermuthlich zuerst an. Hr. Prof. Remer, zu Helmstädt verfiel gleichfalls darauf, machte auch einige wissenschaftliche Untersuchungen hierüber. Herr Wolf in Hannover versichert es schon als Knabe gesehen zu haben. (*Gilberts Annalen VIII, 336. u. XVII. 25.*) Endlich kam der Versuch 1802. auch in England und Frankreich als eine physikalische Neuigkeit (freylich nur für Ausländer) zum Vorschein. Jetzt erhielten die Forschungen der Wißbegierigen neues Leben, und zugleich eine bestimmte Richtung. Was seitdem geschehen ist, findet man in Gilberts Annalen zerstreut. Wer sich die Mühe giebt, das Zerstreute zu sammeln, und das Weitschweifige in's Kurze zu bringen, wird finden, daß noch manches zu thun übrig bleibt. Gegenwärtige Arbeit legte mir die Pflicht auf selbst zu prüfen. Ich suchte daher Windbüchsen von verschiedener Bauart, große und kleine, mit langen und kurzen, mit weiten und engen Lauf, wagte es sogar einen Lauf aus Glas anzusetzen, machte mancherley zweckmässig-scheinende Veränderungen, um die wahre Ursache aufzufinden. Wie nahe ich ihr gekommen bin, mögen andere beurtheilen; hier meine Erfahrungen, und dann meine Ansichten.

§. 10.

- a) Mit Windbüchsen, vom berühmten Kuchenreuter zu Stadthof ^{bey} Regensburg verfertigt, erhielt ich allemal einen Lichtbüschel, wenn ich ihnen die volle Ladung geben liefs, doch nur so lang, als die Luft in hohem Grad verdichtet blieb, daher gewöhnlich schon die dritte Entladung fruchtlos ablief.
- b) Bey manchen, dem Vorgeben nach sehr guten Büchsen war der Erfolg ungewiß; das Licht blieb zuweilen aus, selbst bey einer Ladung, die man nicht wohl übersteigen durfte.
- c) Ich sah Licht, der Lauf mochte ganz von Stahl, oder nur mit Bley gefüttert seyn.
- d) Ebenso, ich mochte sie frey entladen, oder mit einer Bleykugel versehen.

- e) Ein reichliches Oelen des Ventiels schien dem glücklichen Erfolg mehr zu schaden, als zu nützen.
- f) Wurde die Büchse Nachmittag satt geladen, und hierauf bis Abends in einem warmen Zimmer aufbewahrt, so glückte der Erfolg zuverlässiger, und der ausbrechende Lichtbüschel war länger — die *Electricität* der Luft nahm mit der Wärme zu. —
- g) Windbüchsen mit einem weiten Lauf blieben stets ohne Wirkung.
- h) Noch weniger glückte der Versuch, wenn ich den Lauf ganz beseitigte, und die verdichtete Luft sogleich ins Freie ausbrechen liefs.
- i) Kömmt das Mislingen von der Weite des Laufes her, so fülle man diesen zur Hälfte mit einem der Länge nach gespalteten Ladstock, und man erhält Licht.
- k) Ein gläserner Lauf zeigt alle Erscheinungen ohne Vergleich besser; ich wechselte mit starken Glasröhren von sieben Linien bis $2\frac{1}{2}$ im Lichten, und von drey bis einen Pariserfuß Länge. Allein man kann hiebey nicht vorsichtig genug seyn, um allem Unglück vorzubeugen. Eine weite Glasröhre wirkt so wenig als ein weites Rohr. *)
- l) Stellt man sich in einer mässigen Entfernung der Mündung des Gewehrs gerade gegenüber, so dafs man in den Lauf hineinsehen kann, so wird man beym Abschiessen im Innern ein schwaches Licht sehen, selbst wenn der Seitwärts stehende nichts bemerkt.

§. 11.

Aus diesen Versuchen scheint hervorzugehen, dafs der gute Erfolg und die Stärke des Lichts hauptsächlich von zwey Umständen abhängt, nämlich von der Grösse der Ladung, und von dem Caliber des Flintenlaufs, oder mit anderen Worten: vom Bestreben der verdichteten Luft, sich auszudehnen, und vom Hindernifs, welches man der freyen Ausdehnung entgegensetzt. Da nun die Spannkraft der Luft mit der Verdichtung wächst, so mufs auch die Intensität des Lichts damit wachsen. Nicht alle Windbüchsen sind einer hinreichend starken Ladung fähig, daher auch nicht alle unserer Erwartung entsprechen. Allein selbst die stärkste Ladung würde keinen Erfolg haben, wenn die Oefnung des Lufbehälters und der Lauf der Windbüchse zu weit wären. Die verdichtete Luft mufs beym Ausbrechen einen Widerstand finden, und sich nicht augenblicklich in einen beträchtlichen Raum verbreiten können. Diesen Widerstand leistet ein enger Lauf der Büchse. Diese enge Leitung erschwert das Ausdehnen der comprimierten Luft: Zwischen dieser und der im Laufe enthalte-

*) Wer sich in der günstigen Lage befindet, und den Aufwand nicht schauet, seine Windbüchse mit gläsernen Röhren von hinlänglicher Dicke und engem Kaliber nach Belieben zu versehen, kann mit so einer Anrichtung manchen lehrreichen Versuch machen, den ich nicht ausführen konnte. Das Windbüchsenlicht müfste sich auch bey weiten Röhren zeigen, wenn man ihre Mündung sperrte, entweder nur mit einem Pfropf oder noch luftdichter.

nen entsteht Conflict, Druck und Gegendruck, hiemit neue Verdichtung beyder, Compressionslicht, wie oben.

§. 12.

Das Windbüchsenlicht ist also kein Rarefactionslicht, wie einige glaubten, sondern es ist so gut eine Folge der Verdichtung, wie das Licht in der Condensationspumpe, daher es so sehr von den Dimensionen des Laufes abhängt, daher es ohne Lauf gar nie erfolgt, aber auch hey zu weiten Röhren ausbleibt.

Uebrigens ergiebt sich bey dem Abschiessen einer Windbüchse gleichzeitig ein doppelter, ganz entgegengesetzter Erfolg; nämlich Verdünnung der aus dem Windkessel hervorbrechenden Luft, und daher Temperatur-Verminderung, Kälte, Eis, in der Gegend des Ventils *); ferner, Verdichtung dieser, so wie der im Lauf der Büchse enthaltenen, und nicht schnell genug ausweichenden Luft, hiemit Temperatur-Erhöhung, Wärme, Licht, vorzüglich im beschränkten Raum und an der entfernten Mündung des Flintenlaufs. Selbst das bey dem Abfeuern der Kanonen und Musketen ausbrechende Licht ist zum Theil Compressionslicht. Man mache den Versuch anfangs mit einer ordentlich geladenen Muskete, und dann mit gleichviel Pulver in der Kammer, ohne Futterung und ohne Kugel, der Unterschied wird auffallend seyn rücksichtlich der Lichtausströmung.

DRITTES KAPITEL.

Zerstreute, hieher gehörige Erfahrungen.

§. 13.

Stürzt Luft schnell in einen luftleeren, oder gehörig verdünnten Raum, so wird man unter gewissen Umständen, im Dunkeln ein schwaches Licht sehen. Ich will mich durch Anführung besonderer Fälle erklären:

Man hat schon öfters bey dem Zerspringen des ausgepumpten Recipienten der Luftpumpe ein Licht bemerkt. Hr. Deparcieux sah's bey hellen Tage, (*Gien's Journ. VIII, 20.*) Die äussere Luft dringt nämlich durch die Ritzen der verunglückten Glocke mit Blitzschnelle in den verdünnten Raum, wird durch diesen gewaltsamen Einsturz auf das Teller der Luftpumpe und an die inneren Wände des Glases geworfen, augenblicklich verdichtet, und dadurch leuchtend; ein Leuchten, welches durch den Druck der umgebenden Luft bewirkt, und

*) Man erinnere sich an Pictets Versuche, und an die Schemnitzer-Maschine.

durch den Widerstand fester Körper verstärkt wird. Zwey nothwendige Bedingnisse hiebey sind: a) die vorläufige Verdünnung der Luft unter dem Recipienten muß beträchtlich seyn, b) der eindringenden Luft muß Widerstand geleistet, und die Ausdehnung erschwert werden, d. i. der Recipient soll nicht ganz in Trümmer gehen, sonst wird der Erfolg zweifelhaft, oder fruchtlos ausfallen.

§. 14.

Um sich hievon zu überzeugen, nehme man statt des gewölbten Recipienten einen beiderseits offenen Glascyliner, den man durch Auflegen einer passenden Glasplatte zum Versuch tauglich macht. Ist dieses Planglas dünn, und springt es bey noch geringer Luftverdünnung, so bleibt alles dunkel, wie ich es immer fand, so oft ich den Versuch machte. Hält es aber vermög seiner Dicke die volle Verdünnung aus, so muß man das Zerspringen durch einen schwachen Schlag bewerkstelligen; allein auch auf diese Art erhielt ich kein Licht, und zwar wie ich glaube darum, weil ein Planglas in zu viele Trümmer geht, hie-mit die einstürzende Luft nicht hinreichend ins Gedränge kömmt *) bey öfterer Wiederholung ist es wohl möglich, manchmal einen Lichtschimmer zu sehen.

§. 15.

Da dieser Versuch vorzüglich zu Nachts bey gänzlicher Dunkelheit immer viel Unangenehmes hat, so verfährt man sicherer auf folgende Art: Man überspanne obigen Glascyliner mit einer nassen Ochsen- oder Schweinsblase möglichst streng, daß die Blase nach dem Trocknen gleich einem Trommelfell einen Ton giebt; mache dann mittelst der Luftpumpe Guerike'sches Vacuum, bis die Blase platzt, und man wird manchmal ein reichliches Licht sehen. Ich sage manchmal, denn es steht in der Willkühr des Experimentators, wie der Versuch ausfallen soll. Hat der Cylinder nicht über sechs Zoll im Durchmesser, und die Blase Stärke genug, um eine beträchtliche Verdünnung auszuhalten, so erfolgt zuverlässig Licht; zerspringt sie aber zu frühe, oder ist der Cylinder zu groß, (ich wechselte von sechs bis zwölf Zoll im Durchmesser) so bleibt es aus. Selbst von der Form des Risses hängt das Licht ab. (Manchmal reißt die Blase rings um den Rand, wo sie aufliegt, zugleich; in diesem Falle blieb mir das Licht bey mittelmässigen Recipienten gleichfalls aus, vermuthlich weil die einstürzende Luft zu wenig Hinderniß fand. Es ist überflüssig, zu erinnern, daß bey Zylindern von sechs bis acht Zoll gesunde Ochsenblasen immer, manchmal sogar die Schweinsblasen den vollen Druck der Atmosphäre aushalten, was zu Theil auch von der

*) Dieser Versuch enthält aber in einer anderen Hinsicht viel lehrreiches. Die regelmässige, gegen den Mittelpunkt keilförmig zusammenlaufende Gestalt der Bruchstücke giebt Anlaß zu Bemerkungen über die Gleichheit und das Moment des Luftdruckes, über Cohäsion und Sprödigkeit des Glases, über den Bruch hohl aufliegender Körper, über den Widerstand einer Wölbung, u. dergl.

vorläufigen Spannung abhängt. So starke Blasen ziehe ich zu gegenwärtigem Versuche allen übrigen vor; ich mache nämlich das möglich beste Vacuum, und gebe dann der Blase einen Stoss mit dem Finger, oder mit etwas anderm; so hängt die Form des Bruches, und ich darf sagen auch das Licht, von meiner Willkühr ab.

§. 16.

Ich betrachte also auch das Luftpumpenlicht als ein Condensationslicht aus Gründen, die ich so eben angeführt habe. Andere, namentlich Hr. Dessaignes, sind der entgegengesetzten Meinung, wie aus einem Brief im *Journal de Physique* vom 2. Oct. 1813. erhellt; wo dieser Versuch als neu angeführt wird. Ich machte ihn zum erstenmal den 10. Oct. 1810. Allein Deparcieux sah zwanzig Jahre früher beym Springen des Recipienten und der Blase dasselbe Licht; er verfolgte auch seine Beobachtungen und machte hierüber einige wissenschaftliche Untersuchungen, was Dessaignes unterliefs. Es war für diesen ein glücklicher Umstand, daß die französischen Casse - Vessie's klein sind, und höchstens fünf Zoll im Durchmesser halten, sonst hätte er vermuthlich kein Licht gesehen.

Es ist merkwürdig, daß die §. 4. beschriebenen Condensationspumpen ihre Schuldigkeit nicht mehr machen, wenn ihr Caliber zu weit ist, wie mich Dumotiez versicherte, auch die Erfahrung mit gläsernen Pumpen lehrte. Ebenso bleibt das Windbüchsenlicht aus, wenn man die Büchse mit einem zu weiten Lauf versieht; gerade so verhält sich's mit dem Luftpumpenlicht, das sich bey zu grosser Oefnung des Bruches, und bey zu weiten Recipienten gleichfalls nicht einstellt. Eine auffallende Aehnlichkeit, welche auf dieselbe Ursache, auf die Verdichtung der Luft hindeutet. Jener neue Feuerzeug, eine Windbüchse mit engem Lauf (vorzüglich wenn dieser verschraubt wird,) und der gebrochene Recipient der Luftpumpe sind im Grunde dreyerley Verdichtungs - Werkzeuge unter verschiedener Form: Verdichtung der Luft durch äussere Kraft mittelst des Kolben, ferner durch Hemmung der Ausdehnung, endlich durch Einstürzen in den leeren Raum und den Widerstand fester Körper.

§. 17.

Sehr bequem, und ohne die mindeste Gefahr einer Unannehmlichkeit erhält man das Luftpumpenlicht auf folgende Art: Man drücke den Kolben einer gläsernen Condensationspumpe, wie ich sie §. 4. beschrieben habe, *bey offenen Hahn*, bis auf den Boden der Röhre hinein, damit die Luft entweichen kann, schliesse hierauf den Hahn, und ziehe den Kolben schnell heraus, so wird man einen Lichtblitz sehen. Ich erhielt dieses Licht selbst bey minder vollkommenen Pumpen, welche mit keinem Hahn versehen waren, nur mußte ich der verdichteten Luft Zeit lassen, zwischen Glas und Stempel zu entweichen; alles kömmt auf einen raschen Zug an. Auch dieses Licht entsteht meines Erachtens durch das schnelle Eindringen der äusseren Luft in den ganz oder größtentheils luftleeren Raum der Pumpe, wo-

durch sie so sehr verdichtet wird, daß sie leuchtet; aber auch hier darf die Glasröhre nicht zu weit seyn.

§. 18.

Hr. Deparcieux sah auch Licht beym Zerspringen luftvoller, gut geschlossener Glaskugeln unter dem ausgepumpten Recipienten der Luftpumpe. Er versichert sogar, diese kleine Kugeln mit Stickstoffgas und mit Sauerstoffgas gefüllt, und in beiden Fällen Licht, im letztern ein lebhafteres, gesehen zu haben (*Gren's Journal VIII*, 20.). Ich traue diesem Manne auf sein Wort; allein folgender Zufall, den ich im Verlaufe meiner Untersuchungen hatte, hielt mich ab, den Versuch zu wiederholen.

In einem mit Wasser gefüllten Trinkglas von 15 Pariser Cubiczoll Capacität tauchte ich die Schwimmblase eines Karpfen mittelst Gewicht unter, stellte das Glas auf der Luftpumpe unter einen Recipienten, welcher mittelmässig stark war und einen Raum von 157 Cubiczoll einschloß. Als die Verdünnung den gehörigen Grad erreicht hatte, sprang die untergetauchte Blase, und die sich ausdehnende Luft schlug das Wasser mit solcher Heftigkeit an die obere Wölbung des Recipienten, daß er gerade da, wo er am stärksten war, mehrere Sprünge bekam: man denke sich an die Stelle des Wassers Glas. — Sollte der Recipient ganz bleiben, so müßten die Glaskugeln sehr dünn seyn. Auch lohnt sich's der Mühe nicht, etwas auf's Spiel zu setzen, da der Versuch §. 17, im Grund ganz derselbe ist. *)

§. 19.

Ueber das Licht gläserner Knallbomben, wenn sie zerspringen, findet sich ein Aufsatz des Hrn. v. Helvig in *Gilberts Annalen* 1815, St. 9; woraus sich ergibt, daß das Gelingen von noch unbekannten Nebenumständen abhängt. Auch diesen Versuch, wie alle übrige des gegenwärtigen Abschnitts, mache ich seit 1810, fand auch immer dieselben Schwierigkeiten. Ich schob die Schuld auf die Glasblasen, die sich's wenig angelegen seyn lassen, jene Petarten Luftleer zu machen; half mir auch dadurch, daß ich sie mit Gewalt an die Wand

*) Die Wirkungen unter Wasser entstehender Verpuffungen übertreffen beym ersten Anblick alle Erwartung. Ich sah eine fünfzigpfündige Bombe, aus einem Mörser geworfen, die Eisdecke der Donau durchschlagen. Als sie unter dem Wasser platzte, erhob sich ein dicker Wasserstrahl, wohl 40 Fufs hoch in die Luft: ich sah einen kupfernen, mit Wasser gefüllten Kessel hoch in die Luft geschleudert, als eine mit Schießpulver geladene Patrone unter Wasser, mittelst Electricität, angezündet wurde. Ich füllte eine Glaskugel von anderthalb Zoll Durchmesser, die in eine Glasröhre von drey Zoll auslief, mit einem Gemisch von Schießpulver und Flußsand, damit sie bis zur Hälfte der Röhre unter Wasser tauchte: jetzt wurde das Pulver mittelst eines Schwefelfadens entzündet, und die Explosion war so stark, daß ich den Versuch nicht gern wiederholen würde; wer es versucht, entferne sich ja vom Apparat, und nehme nur sehr wenig Pulver.

oder auf den Boden schleuderte, wodurch sich das Licht besser einzustellen schien; auch ziehe ich Knallbomben von dickem Glas vor, wenn sie nur recht luftleer sind; dieses kann man ihnen geben, wenn sie einen Ansatz haben, der in ein Haarröhrchen ausläßt. Man erhitze sie über glühenden Kohlen beynahe bis zum schmelzen, und blase sie dann behend zu. Diese werden durch blosses Fallen auf Stein leuchten. Die Erscheinung gehört übrigens zum Luftpumpenlicht, und hat dieselbe Erklärung. Auch das von Davy bemerkte Licht, als ihm eine mit Oxy - halogengas gefüllte Glaskugel zerplatzte, gehört hieher: (*Schweiggers Journal*, III. 259.)

§. 20.

Mit dem Zerspringen der gläsernen Knallbomben verbinde ich, Aehnlichkeit halber, noch einige andere Versuche im Dunkeln, die zuweilen mit Licht begleitet sind. Und zwar erstens das Springen der Glastropfen (*lacrymae batavicae*.) Ich erhielt dieses Licht beynahe immer, und es versagte unter zehn Glastropfen kaum einer. Man könnte dieses Leuchten, so wie jenes der Bologneserflaschen zur Phosphorescenz durch Bruch und Trennung rechnen, wovon weiter unten gehandelt wird; allein die heftige Erschütterung der Hand beym Brechen eines Glastropfens, und die Veränderung desselben in Staub deutet auf die rasche Ausdehnung einer permanentelastischen Flüssigkeit, womit diese Glastropfen ganz gefüllt sind, wie schon der Angenschein zeigt, es mag nun Luft, oder ein anderes aus dem weichen Glas beym Erkalten entwickeltes Flüssiges seyn. Will man aber das Zerspringen dieser Tropfen, wie gewöhnlich, aus der widernatürlichen Spannung des Glases erklären, so läßt sich das hiebey entstehende Licht immer aus der umgebenden Luft herleiten, welche von den schnell auseinanderfahrenden Theilchen rasch getrennt und gedrückt wird; denn wenn der Versuch glücken soll, muß man den Glastropfen nicht mit der Hand halten, sondern den Schweif mit einer Zange ganz frey abzwicken, oder was noch leichter angeht, den Schweif mit der Zange halten, und den dicken Theil gegen eine Wand stemmend abbrechen; so wenigstens verfuhr ich. Bey manchen Tropfen ist der Lichtschimmer sehr auffallend *)

§. 21.

Nach so mancherley gelungenen Versuchen zweifelte ich nicht im mindesten, auch die bekannten Dampf - Kügelchen würden, durch Erhitzung platzend, im Dunkeln einen Licht-

*) Einige Jahre später, als diese Versuche nicht nur gemacht, sondern auch niedergeschrieben worden, fand ich in den *Denkschr. der Königl. Acad. der Wiss. von Paris*, für 1692. daß Homberg, das Licht der Glastropfen selbst im verdünnten Raum der Luftpumpe bemerkte: daß hiebey die Splitter stets kleiner waren als in freier Luft: daß einmal der Recipient in Trümmer gieng, u. dergl.

plitz erregen. Allein umsonst bemühte ich mich, ungeachtet mancherley Abänderungen, meinen Zweck zu erreichen. Sonderbar! *wirken vielleicht condensirte Wasserdämpfe anders, als condensirte Luft*, wenn sie in die umgebende Luft ausbrechen? daß die Expansion heftig sey, beweiset der Knall, jenem einer schwach geladenen Pistole ähnlich. Allein daß es bey diesem Leuchten nicht auf den Knall ankomme, beweisen die Glastropfen, beweiset die Windbüchse. Dieser Erfolg verdient Aufmerksamkeit.

§. 22.

Hieher gehört, was ich schon oben §. 100. über die Abkunft des *electrischen Funkenlichts* ganz kurz berührt habe; es ist mir nämlich mehr als wahrscheinlich, daß das Licht, welches ausbricht, wenn angehäuften Electricität von einem Körper in den andern durch die Luft überspringt, entweder ganz oder doch zum Theil aus der Luft selbst kömmt. Aus allen bisher angeführten Erfahrungen geht der unläugbare Satz hervor, daß sich aus der Luft Licht entwickelt, wenn sie beträchtlich verdichtet oder wie immer rasch getrennt und durchschnitten wird. Eine Bleykugel bezeichnet ihre Bahn durch einen Lichtstreif, wenn sie zu Nachts aus einer guten Windbüchse abgeschossen wird, wie mir sehr glaubwürdige Männer mehr als einmal bezeugten. *) Was durch fährt aber die Luft schneller, als der electriche Stoff mittelst der Verstärkungsflasche, oder der Blitz aus den Wolken?

Hiemit läugne ich nicht, daß das Licht einen Bestandtheil des electriche Stoffes ausmache; allein das getraue ich mir zu behaupten, daß man zu weit geht, wenn man alles electriche Funkenlicht, u. dergl. aus der electriche Materie selbst herleitet, ohne auf andere gut erwiesene Thatsachen Rücksicht zu nehmen. Also das Licht bey dem Funken ziehen, bey dem Ueberspringen, vorzüglich bey dem Entladen einer Flasche, bey dem Blitz in der Atmosphäre kann eben so gut aus der Luft, als aus dem electriche Fluidum kommen, kann reines Compressionslicht seyn; das sanfte Licht hingegen zwischen Reibzeug und Glasscheibe, das aus feinen Spitzen ausströmende, in den phosphoreszirenden Glasröhren bemerkbare, u. dergl. mag wohl rein electriche Abkunft seyn.

§. 23.

Beym Schlusse meiner Untersuchungen über das Licht permanentelastischer Flüssigkeiten darf ich folgende Bemerkung nicht mit Stillschweigen übergehen. Wir werden im nächsten Abschnitt sehen, daß manche Körper, wenn sie entzwey gebrochen,

*) Ich glaube sogar ein schwaches Licht zu sehen, wenn rüstige Postillons bey dunkler Nacht ihre Peitsche muthig schwangen und schnallten; den Französischen kömmt hierin kein anderer gleich, wozu die stete Uebung und die Form der Peitsche das meiste beiträgt. Allein als ich den Versuch hier wiederholen ließ, konnte ich nichts bemerken; weil unsere Peitschen dieser schnellen Bewegung nicht fähig sind.

oder zerstückelt werden, Licht verbreiten, was namentlich vom Glas gilt. Da nun bey mehreren bisher angeführten Versuchen gleichzeitig mit dem Luftdruck ein Glas in Trümmer gieng, so ist es wohl möglich, daß ein Theil des hiebey bemerkten Lichts dem Glas und nicht der Luft zukömmt, z. B. bey den gläsernen Knallbomben, bey den Glastropfen, bey dem Recipienten der Luftpumpe, u. dergl. Wo man mit der Materie der Gefässe wechseln kann, läßt sich der Zweifel sogleich heben; im entgegengesetzten Falle braucht er nur einige Uebung, um das Glas-Licht vom Luftlicht zu unterscheiden, wobey noch zu erinnern ist, daß es viel schwerer hält, durch Brechen einer Glastafel, als durch Einsturz oder Verdichtung der Luft ein Lichtphänomen zu sehen.

VIERTES KAPITEL.

Rückblicke und Folgerungen.

§. 24.

Verdichtung, Raumverminderung, gewaltsame Näherung der Bestandtheile, u. s. f. bewirkt in allen Körpern erhöhte Spannung und Entweichung des Warmestoffs, häufig mit Zersetzung der Substanz und mit Lichtausbruch begleitet, ein wahres Glühen. Je compressibler und expansibler der Körper, je grösser die zusammendrückende Kraft, je rascher und schneller der Druck, je wärmer die Substanz, je geringer ihre Eigenschaft, die Wärme zu leiten, desto auffallender der momentane Erfolg, wie wir bey Luft und Gasarten so eben, wenigstens im kleinen, sahen; denn zu Versuchen im Grossen mangelt uns der Apparat.

§. 25.

Vorzüglich lehrreich würden derley Operationen in einem satsam widerstehenden, und zugleich durchsichtigen Papins-Topf seyn, wobey die von aussen beygebrachte Wärme bloß die Stelle des mechanischen Druckes vertreten dürfte. Naphten, Aether, Weingeist, verbrennliche Gase, Kunke's Phosphor, selbst starre Körper würden uns in jenem Behälter manche seltene Erscheinungen liefern, nicht bloß Licht oder Verbrennen, wie es im Freyen geschieht, wo sich das Flüchtige sogleich im Raume verbreitet und unseren Forschungen entzieht. Ritter sagt sehr passend: „Es sind noch ausserordentliche Dinge zu erwarten, wenn man bey den Processen auf nassem Wege höhere Temperaturen wird anwenden können. Selbst auf dem trocknen Wege muß verstärkter Luftdruck noch von Nutzen seyn, um die Verdampfung zu arretiren, bis die Zersetzung eintreten kann, *Fragmente* Nr. 174.“

§. 26.

Des Hrn. Gr. v. Rumford im Zeughaus zu München 1792. veranstalteter Versuch bleibt in meinen Augen ewig merkwürdig. Schießpulver in ganz geschlossenem Raume abgebrannt liefs statt elastischer Dämpfe einen steinfesten Körper zurück, der nur mittelst eines Bohrer's von den Wänden der Kanone und der Zündröhre konnte losgebracht werden, und der sich aller Wahrscheinlichkeit nach aus den elastischen Flüssigkeiten des Pulvers selbst gebildet hatte. Zugleich erhitze sich der Lauf ganz ausserordentlich, und ohne Vergleich mehr, als eine so geringe Menge Pulvers vermocht haben würde. Ein Viertel-Kubickzoll Schießpulver war hinreichend, einen eisernen, $\frac{5}{4}$ Zoll dicken Cylinder mit einem betäubenden Knall in zwey Hälften zu sprengen; wozu nach des Hrn. Gr. Berechnung eine den mittleren Druck der Atmosphäre 55000 mal übersteigende Kraft erfordert wurde. Das ganze Verfahren dieses seltenen Versuchs verdient in der Urschrift selbst (*Philos. Transad. Vol. LXXXVII.*) nachgelesen zu werden. Eine Kanone, sagt der Hr. Gr., ist weiter nichts als eine Dampfmaschine, ihrer Dicke ungeachtet manchmal zu schwach, der Kraft erhitzter Dämpfe zu widerstehen. Wie weit könnten wir auf diesem Wege noch kommen! allein welcher Apparat würde hiezu nicht erfordert! —

§. 27.

Aehnlichkeit halber erinnere ich auch an die nicht minder wichtigen Versuche des Hrn. Baron Hall über die Folgen des Druckes erhitzter Gase im beschränkten Raum. (*Gehlen N. J. d. Chem. V. 287. u. f.*)

Gepulverte Kreide, Marmor, Kalkspath, Muscheln, u. dergl. wurden in Porcellanröhren gestampft, und in sehr starke Hüllen verschlossen, einer Hitze des schmelzenden Silbers unterworfen. Diese Kalkerden schwanden beträchtlich, oder flossen wohl gar in eine feste Masse zusammen, ohne ihre Kohlensäure zu verlieren, und ätzend zu werden; denn sie gleichen abgekühlt nach allen Kennzeichen dem gewöhnlichen Kalkstein. Es fand sich, dafs der Druck von achtzig Atmosphären durch äussere Hitze unterstützt schon merklich wirke, dafs er aber noch vier- bis fünfmal grösser seyn müsse, um jene Resultate vollständig zu liefern. So wirken Gase und Dämpfe im gesperrten Raume! Findet sich hier nicht Ritters Muthmassung vollkommen bestätigt, die er n. 228. seiner *Fragmente* äussert? „Es mufs einen Druck „geben, wo Wasser bis 1000 und 5000 Gr. R. erhitzt werden könnte, ohne Dampf zu seyn“ — Würde es aber noch tropfbar flüssig bleiben?

§. 28.

Uebersmässiger Druck und gar kein Druck der Atmosphäre würden auf die Erde wie sie wirklich ist, gleichzerstörbar wirken. Im ersten Falle müßten alle Körper in Brand gerathen oder schmelzen, oder in ihre Elemente auf gelöst werden: im zweyten, das tropfbar-

flüssige verdünsden, das permanentelastische für uns verschwinden, das feste grösstentheils bersten, die Combustion eine unbekannte Erscheinung seyn; allein das gesammte Pflanzen- und Thierreich würde ja in dieser Voraussetzung gar nicht mehr bestehen. Es würde hiemit eine Auflösung und Zersetzung auf zwey ganz entgegengesetzten Wegen, doch mit sehr verschiedenen Endresultaten erfolgen. Bey Aufhebung alles Druckes würden die verflüchtigten Stoffe sich entweder unseren Sinnen für immer entziehen, oder bey bleibender Schwerkraft eine neue Erd - eigentlich Dampf - Atmosphäre bilden: durch übermässigen Druck hingegen könnten sich aus der Zersetzung selbst neue Stoffe bilden. Doch ich verweile nicht bey so überspannten Ideen, welche nie realisirt werden, so lang die Erde bleiben soll, was sie ist.

§. 29.

Die niedrigste, an die Erdoberfläche grenzende Luftschicht müßte schon des stärkern Druckes wegen wärmer seyn, als die höher gelagerten, wenn nicht stete Wärme - Vertheilung, und Luftwechsel vor sich giengen. Allein läßt sich der merkliche Temperatur - Unterschied auf hohen Bergen und in tiefen Thalern wenigstens zum Theil aus dieser ungleichen Verdichtung herleiten? Und nun denke man sich, eine beträchtliche Masse von Luft (im Mittelpunkt der Erde verschlossen,) werde augenblicklich mit der Erdatmosphäre in Verbindung gesetzt. Wie viel Wunderbares würde sich nicht dabey ergeben! welche Entzündungen, Platzungen, Erschütterungen! das wahre Centralfener. — Luftdichter als Gold und Platinum, sollte sie noch Luft, noch permanentelastisch bleiben? Allein wir brauchen nicht bis in den Mittelpunkt der Erde hinabzusteigen, um diesen Druck zu erhalten; eine achthundertmal kürzere Wassersäule bewirkt dasselbe. Schon daraus läßt sich die stets gleiche, gemässigte Temperatur des unergründlichen Weltmeeres einigermaßen erklären; auch noch viele andere Naturerscheinungen beruhen, ganz oder zum Theil, auf diesem Grunde. Hält der Fisch diesen Druck noch aus? Sicher nicht — giebt es auf dem Grunde der tiefsten See noch Polypen und Gräser?

§. 30.

Die Erscheinungen der Windbüchse und des Feuerzeugs durch Verdichtung lehren, wie gefährlich es ist, die gemeine Luft auf einen hohen Grad zu verdichten, und woher die große Hitze am Ventil des Luftbehälters bey dem Laden der Windbüchsen kommt. Bey etwas vermehrter Verdichtung entsteht im Luftkessel mit jedem Kolbenstoß ein Feuerstrahl, der die Elasticität der versperren Luft doppelt vermehrt. Diese immerzunehmende, durch den gesteigerten Druck unterstützte Temperatur - Erhöhung ist die Hauptursache vom Sprengen des Windkessels; daher die ledernen Ventile wie verbrannt aussehen. Vielleicht geschieht es darum, daß die Engländer zum Aufweichen des Ventils Wasser, statt Oehl, brauchen. Das gefährliche, ja selbst das Unmögliche, so einen Behälter mit verdichteter Knallluft zu füllen, fällt von selbst in die Augen; schon mit reinem Wasserstoffgas geht's nicht mehr an

§. 31.

Bis zu welchem Grade der Luftverdichtung das Mariotte'sche Gesetz noch zutreffe, läßt sich schwerlich je mit Genauigkeit bestimmen. Die gewöhnlichen Condensationspumpen, welche nach der verbesserten Art mit einem Elaterometer versehen sind, ertragen keine merklich hohe Verdichtung, ohne daß entweder der Recipient, oder der Verdichtungsmesser, welcher immer von Glas seyn muß, Schaden leidet. Noch fehlerhafter wäre es, die Verdichtung aus der Anzahl der Kolbenstöße zu berechnen, da man nicht wissen kann, wie viel Luft aus der Pumpe in den Recipienten übergeht, und was davon in dem Stiefel zurückbleibt; daher die gewöhnliche Methode, obiges Gesetz aus dem Druck einer bestimmten Quecksilbersäule herzuleiten, noch immer die beste bleibt; nur ist sie sehr beschränkt.

§. 32.

Luft schnell verdichtet setzt Wärme und Licht ab. — Eine für die Naturlehre überhaupt, besonders für die Meteorologie, vielleicht auch für die Physiologie merkwürdige Thatsache. Hierüber nur einige Bemerkungen:

a) Wir erhalten daraus einigen Aufschluß über die verschiedene Reichhaltigkeit der Gase an Lichtstoff, und über die Abkunft des Lichts beym Verbrennen der Körper. Ich sagte oben (S. 258. §. 207.) *Von Natur aus durchsichtige Körper sind in der Regel lichtärmer als undurchsichtige*, weil es jene durchgehen lassen, diese an sich halten; doch man könnte sich die Sache auch so vorstellen: *durchsichtige Körper lassen das Licht durch, weil sie bereits damit gesättiget sind.* — Es ist zwar die Durchsichtigkeit der Körper ein schwer zu erklärendes Phänomen, und sie richtet sich nicht bloß nach der Verwandtschaft der Körper zum Licht, sondern hängt noch von vielen Nebenumständen ab, wie schon der Hydrophan, der Pyrophan, aufgehäuften Glastafeln unter Wasser, u. dergl. zeigen. Wie Neuton, Lambert, u. a. hierüber dachten, findet man in Gehlers Wörterbuch (Art, *Durchsichtigkeit*,) sehr gut auseinandergesetzt. Allein die Frage ist hier nur von der Luft, und zwar, ob Sauerstoffgas wirklich das meiste Licht enthalte, wie mehrere Chemiker, vorzüglich unter den Franzosen, behaupten, welche ehemals alles Licht beym Verbrennen aus der umgebenden Luft ableiteten. Die Akademie der Wissenschaften und Künste zu Lyon war noch 1813. der Meynung, die Eigenschaft durch Compression zu leuchten komme ausschließlich dem Sauerstoffgas zu, und jedem irrespirablen Gas nur darum, weil es nicht rein und mit obigem noch gemischt ist: wesswegen sie eine Preisfrage über das Condensations- und Windbüchsenlicht aufwarf (*Mon. Corresp. XXVIII*, 295.) Vom Gegentheil werden wir nun freylich durch die Versuche §. 6, überwiesen, und wir lernen daraus wenigstens so viel, daß alle Luftarten, athmenbare und unathmenbare, verbrennliche und nicht verbrennliche, durch Verdichtung Licht absetzen, mithin auch enthalten. Welche davon aber lichtreicher seyn, ist eine andere Frage. Ich glaubte mich, aus vielfältigen, in gegenwärtiger Schrift zer-

streuten Erfahrungen berechtigt, dem reinen Wasserstoffgas den ersten Platz einräumen zu dürfen. Hat es doch eine siebenmal stärkere Brechkraft, als das Sauerstoffgas; auch läßt es sich in der Condensationspumpe durch eine viel geringere Kraft zum Leuchten bringen, wobey es ohne Vergleich mehr Wärme und Licht verbreitet, als jedes andere Gas. Betrachtet man mit mir den Lichtstoff als den eigentlichen Brennstoff der Körper (wie Götting, Gren u. a. viel früher gethan;) so müssen überhaupts die verbrennlichen Gase Lichtreicher seyn, als die nicht verbrennlichen. Steht vielleicht dieser Reichthum mit dem specifischen Brechungsvermögen derselben im geraden Verhältniß? Die Versuche des Hrn. Biot und Arago hierüber sind sehr lehrreich. (*Gilberts Annal.* XXVI. 36. u. f.)

b) Reines Wasserstoffgas setzt bey gleichem Druck mehr fühlbare Wärme ab, als jedes andere — Steht diese Eigenschaft bey den Luftarten vielleicht im geraden Verhältniß ihrer Expansivkraft, oder im umgekehrten ihres specifischen Gewichts, unabgesehen von der Verbrennlichkeit einiger Gase?

c) Werden zusammengesetzte, nicht verbrennliche Gase während dem Leuchten, durch Druck auch zersetzt? Bey der gemeinen Luft scheint in der Condensationspumpe so etwas vorzugehen, wenn man den Druck gleich nacheinander öfters wiederholt. *) Allein warum bemerkt man von dieser Zersetzung bey der gewöhnlichen Windbüchse nichts? vermuthlich darum, weil man hierauf noch nie Rücksicht genommen hat. Man bekümmert sich bey dem Laden einer Windbüchse nur darum, eine möglichst starke Ladung zu erhalten, nicht aber zu erfahren, was unterdessen im Windkessel vorgeht. Ist das Leuchten comprimirter Luft ein Glühen, so ist's auch ein Zersetzen. — Nöthige Vorsicht bey Behandlung der Körper in der Condensationspumpe, um keine Fehlschlüsse zu machen. —

d) Zünden durch Electricität ist meines Erachtens weiter nichts als Zünden durch Druck und Stoß, auf jeden anderen Weg für uns unnachahmlich. Hieraus erklärt sich's, wenn erwärmter Weingeist, fette Oele, u. dgl. durch den electrischen Funken in eine Flamme ausbrechen, was doch im Freien durch den höchsten Grad der Wärme allein nicht geschieht. Soviel als Ergänzung dessen, was ich hierüber oben (S. 195. §. 74, und S. 277. §. 252.) gesagt habe. Licht allein liegt also hier nicht mit im Spiel, wie ich früher vermuthet hatte, sondern augenblickliche Erhöhung der Temperatur des aus dem erhitzten Körper aufsteigenden Dampfes mittelst eines electrischen Funkens, u. dergl. Bey der Knallluft trägt auch der beschränkte Raum mit bey. Daß das Schmelzen der Metalle mittelst einer electrischen oder voltaischen Batterie eine Wirkung der heftigsten Compression sey, davon bin ich ganz überzeugt.

*) Hr. Le Bouvier Desmortiers erwies diese Zersetzung durch wirkliche Versuche. (*Journal de Phys.* May 1809. *Gilberts Annalen* XXXIII, 229.)

- e) Das Leuchten des Sauerstoff-Stickstoff-Wasserstoffgas, u. dergl. durch Druck kann man ein wahres Glühen nennen, also wiederum ein Beyspiel von *Glühen ohne Verbrennen*, worauf ich schon öfters hingewiesen habe. Durch Verdichtung entsteht Temperaturerhöhung: diese bewirkt Ausdehnung in allen Körpern; allein die Beschränkung im Raum hindert das freye Ausdehnen; hiedurch entsteht Kampf und entgegengesetztes Streben der Kräfte, Entweichen des Wärme- und Lichtstoffs, Glühen. — Will man in der Erklärung noch weiter gehen, so gerätht man auf Hypothesen. — Was ist das Glühen des Eisen durch starkes Hämmern, durch Erhitzen? was ist das Glühen des Glases durch Reibung!
- f) Compression vermehrt die Hitze selbst bey der auflodernden Flamme. Die Ehrmann'sche Schmelzlampe wirkt desto stärker, je grösser der Druck der das Ausströmen befördernden Wassersäule ist, und je näher das Material der engen Mündung des Löthrohrs gebracht wird, wo das Sauerstoffgas den *höchsten* Grad der Verdichtung hat. Auf diesem Grundsatz beruht zum Theil das seit kurzem von Neumann in England ausgedachte chemische Gebläse. In meiner 1808. zu St. Petersburg gedruckten Preisschrift sagte ich wörtlich §. 259: „Wollte man den möglich höchsten Grad von Hitze erhalten, so müßte man eine Combination von drey Substanzen zugleich veranstalten: nämlich concentrirtes Sonnenlicht mittelst der *Brennlinse*, *Sauerstoffgas*, *Wasserstoffgas*. „Das Verbrennen der zwey Gasarten geschieht mittelst zweyer Ehrmann'schen Lampen, „deren Mündungen beynahe horizontal, doch etwas abwärts geneigt liegen, damit die „Flamme auf den zu untersuchenden Körper hinströmt, auf welchen zugleich der Focus der Brennlinse fällt. Ich habe diese Anrichtung bereits vor zehn Jahren 1796. „ausgeführt; da ich aber hier vom Licht, und nicht von der Wärme handle, so will „ich nichts weiter davon melden.“ Noch in demselben Jahre bediente ich mich obiger zwey Lampen auch als Gasometer, eigentlich zur Erzeugung des Wassers, in meinen öffentlichen Vorlesungen auf der Universität zu Ingolstadt.
- g) Verbrennliche Gase bis auf einen gewissen Grad verdünnt, verpuffen selbst mit Sauerstoffgas nicht mehr. Den Beweis liefert seit vierzig Jahren das Eudiometer des Herrn Volta,* und wie ich glaube auch Davy's neueste Bergwerkslampe. So sehr hängt bey permanentelastischen Flüssigkeiten, (ohne Zweifel auch bey Wasserdämpfen,) das wirkliche Verbrennen von der Dichtigkeit, und vom äusseren Druck ab. (Man lese hierüber einen lehrreichen Aufsatz des Herrn v. Grotthufs in *Schweiggers Journal* III. 129. ff.)

*) So lang ist's, daß dieser grosse Naturforscher sein Eudiometer in *Rozier's J. d. Ph. Novemb. 1778, pag. 365 — 375*, mit allen Eigenschaften beschrieb. Diesen vortreflichen Aufsatz hat man, wie es scheint, ganz vergessen, und späterhin Einrichtungen des Instruments sowohl, als Erklärungen der Resultate bekannt gemacht, welche mit jenen des Hrn. Volta keinen Vergleich aushalten.

- h) Hr. Döbereiner sagt: „Es wird uns noch gelingen, die elastischen Flüssigkeiten, welche sich bey der Verkohlung des Holzes, und bey Behandlungen glühender Kohlen mit Wasserdämpfen entwickeln, zu tropfbaren zu verdichten, und dann werden wir auf die brennbaren Gase als Leuchtmaterial Verzicht thun können. (*Stoichiometrische Untersuchungen*, I. 83.) Hr. Dingler in Augsburg wird uns über die *Benutzung der Wasserdämpfe* viel interessantes sagen in seinem jüngst angekündigten Werke.
- i) Hydrogene das Verbrennlichste, Oxygene das Verbrennendste — — man mische sie im gehörigen Verhältnisse bey einer mittleren Zimmertemperatur in einem Glasbehälter; es entsteht kein Verbrennen, nicht einmal fühlbare Wärme; selbst in einem bis zu 100 Gr. R. dunkelheissen Backofen gemischt, zerpuffen sie nicht, was augenblicklich geschieht, wenn sie in einer eiskalten Compressionspumpe durch raschen Stofs verdichtet werden. Die Wahlanziehung zwischen Hydrogene und Oxygene muß also sehr gering seyn, indem man sie erst durch Beschränkung im Raum, und durch Verdichtung so zu sagen zwingen muß sich zu vermischen, chemisch aufeinander zu wirken, sich anzugreifen und in Wasser zu verwandeln. Ganz anders verhält sich die Sache bey Stangenphosphor; im trockenen Zustand atmosphärischer Luft in Berührung gebracht leuchtet (verbrennt) er schon bey + 3 R. im reinen Sauerstoffgas bey + 11 R. — Stärkere Wahlanziehung: auffallender Einfluss des Stickstoffs auf das Verbrennen des Phosphors: Unvollkommenheit unserer Verbrennungstheorie. — —

§. 33.

Luft schnell verdichtet setzt Wärme und Licht ab — — wichtig für die Meteorologie:

- a) Wie viele Processe ergeben sich nicht im Dunstkreis, welche hierauf Bezug haben, und wie viele Formänderungen gehen in jener grossen Werkstätte nicht vor, woraus schnelle Temperaturveränderungen im Grossen entstehen? Schon Boerhave bemerkte, daß bey sehr stürmischer Witterung das Thermometer steigt, mithin die Wärme im Freien wächst, und er leitet dieses Phänomen sehr richtig von dem vermehrten Druck und der gegenseitigen Reibung der Windströme ab. (*Elem. Chem.* p. 191.)
- b) Bewegen sich in den höhern Regionen fremdartige Körper blitzschnell, so kann selbst die dünnste Luft bis zum Glühen erhitzt werden, also auch hinreichen, die Grundstoffe der Sternschnuppen, der Feuerkugeln, u. dergl. zu entzünden.
- c) Die Erscheinungen der Gewitter Schliessen sich an jene der voltaischen Batterie an: sich bilden und ausbrechen ist glaublich ein's. Wolken-Entladungen, jenen einer electrischen Verstärkungsflasche ähnlich, erklären die Sache nicht; besser: sie stützen sich auf eine falsche Voraussetzung.
- d) Hier wäre der Ort, vom Schmelzen geschleuderter Bleykugeln, nach Sage der römischen Klassiker, zu handeln, wenn sich's der Mühe lohnte, von einer hundertmal nachgeschriebenen Erdichtung, von der Hyperbel eines alten, uns nicht mehr bekannten

Dichters, zu reden. Unsere dermaligen Schießgewehre widerlegen diesen Wahn bis zur Ueberzeugung. Uebrigens kann man hierüber Boerhave, Kraft, Nollet, und Gilberts Annalen (XVIII. XIX.) nachlesen.

§. 34.

Auch dem Physiologen, und dem Arzt dürften obige Erfahrungen manchmal zu statuten kommen. Ich rede hier nicht vom Einfluß des immer wechselnden Luftdrucks auf den menschlichen Körper, vorzüglich im krankhaften Zustande, sondern von den Modificationen, welchen das Tropfbarflüssige, und das Gasartige im thierischen Körper unaufhörlich unterworfen ist, d. i. von den Modifikationen chemischer Auflösungen im beschränkten Raum, mit beträchtlicher Verdichtung. Diese neue Quelle der Phosphorescenz muß man den übrigen, S. 413. von mir aufgezählten noch beyfügen: *Phosphorescenz der eingeschlossenen Flüssigkeiten und Dämpfe durch vermehrten Druck.*

Branntwein in Ueberfluß genommen entzündet sich manchmal im menschlichen Körper: die hiezu nöthige Temperatur kann nicht wohl die freye Wärme im Innern liefern, sondern der Druck der eingeschlossenen Dämpfe leitet das Verbrennen ein.

§. 35.

Das Windbüchsenlicht und andere oben (Kap. 2.) angeführte Erfahrungen gaben zu der irrigen Meinung Anlaß, als könnte man durch Luftverdünnung so gut wie durch Verdichtung Licht und Wärme hervorbringen. Ersteres wollen wir jetzt bey Seite setzen, letzteres streitet mit den bisher bekannten Erfahrungen. Beträchtlich verdichtete Luft, welche Zeit hat, die aus ihr durch Druck freigemachte Wärme an umgebende Körper abzusetzen, wird bey raschem Ausbruch in ein schwach widerstehendes Mittel aus zwey Ursachen Wärme verschlucken, d. i. fühlbare Kälte erregen, einmal weil sie ihren vorigen Verlust an Wärmestoff zu ersetzen trachtet: ferner, weil sie relativ verdünnt wird; daher die Kälte in der Schemnitzer-Maschine, und in Pictets neuern Versuchen (*Journ. d. Ph. an VI, 186. und VII. 166.*) Gay-Lussac's Erfahrungen, (*Mem. d'Arcueil, I. 180.*) streiten nicht im mindesten mit dieser Erklärung. Sie beweisen vielmehr, daß die Luft immer etwas Wärme absetzt, so oft ein Widerstand ihr freyes Verbreiten hemmt, und durch Zurückprellen eine obgleich schwache Verdichtung entsteht. Wenn daher Luft aus einem gefüllten Ballon in einen luftleeren überströmt, so muß ein empfindliches Thermometer in diesem steigen, und in jenem sinken, wie schon die gewöhnlichen Versuche mit der Luftpumpe zeigen. Nun schliesse ich in Betreff des Lichts so: Wenn Luftverdichtung mit Temperaturerhöhung, Luftverdünnung mit Temperaturerniedrigung stets verbunden ist; wenn ferner das bey der Luftverdichtung gleichzeitig ausbrechende Licht nur eine Folge der schnell und beträchtlich gesteigerten Temperatur ist, wie kann ich bey der Luftverdünnung noch Licht er-

warten? Wie kann ein ganz entgegengesetztes Verfahren bey Luft dieselbe Wirkung hervorbringen?

§. 36.

Gesetzt aber auch, durch rasche und ungehinderte Ausdehnung einer bestimmten Luftmasse könne Licht entstehen (was ich nicht unbedingt läugne,) so bleibt doch der Beweis hievon durch einen überzeugenden Versuch für uns stets unausführbar aus Mangel der nöthigen Anstalten; denn hiezu würde erfordert a) ein vollkommen luftleerer Raum, und zwar b) von sehr grossem, beynahe unbeschränkten Umfang. So lang diese zwey Bedingungen nicht erfüllt werden, bleiben alle Versuche unvollkommen, und jeder Erfolg zweifelhaft, wie für sich klar ist. Bey allen unseren Anrichtungen stösst die sich ausdehnende Luft entweder auf die umgebende Luft, oder auf die den Raum beschränkenden Gefässe, das h. auf Hindernisse, welche die freye Ausdehnung der ausbrechenden Luft hemmen, und sie neuerdings verdichten. Wie können wir also das Windbüchsenlicht u. dergl. mit Ueberzeugung aus der Luftverdünnung herleiten? Ist es nicht vernünftiger, bey der Erklärung einer Naturerscheinung sich auf einen ausgemachten Erfahrungssatz stützen, als zu einer unerweislichen Hypothese seine Zuflucht nehmen?

§. 37.

Ich weifs wohl, daß *Davy's Oxy - Halogengas* unter Vermehrung des Volumens mit Licht - und Wärme - Verbreitung verpufft. Allein bey Durchlesung des interessanten Aufsatzes in *Schweiggers Journal* (B. III, S. 256. u. f.) wird man finden, daß sich hieraus gegen meine Meynung nichts erhebliches folgern läßt. Es heisst: „Bisweilen verpufft dieses Gas, während man es von einem Gefäss ins andere gießt, und es ist hiebey Wärme und Lichterzeugung mit Vermehrung des Raumumfanges verbunden. Man kann es immer nach Gefallen verpuffen lassen mittelst gelinder Wärme; die der Hand ist oft hinreichend.“ —

Ist's wohl möglich, ein Gas aus einem Gefäss in ein anderes ohne mindesten Druck hinüberzuleiten? besonders wenn man, wie hier geschah, in der Quecksilberwanne arbeitet. Ein in so hohem Grad zersetzbares Gas kann also schon durch diesen, obgleich geringen Druck verpuffen. Man erinnere sich an die so eben angeführten Versuche des Hrn. Gay-Lussac, und an die Verpuffungen einiger Knallsalze — Die gleichzeitige Ausdehnung ist Folge, nicht Ursache des Wärme- und Lichtausbruchs, daher sagt Davy: *sobald ich diese Erscheinung sah, überzeugte ich mich, daß ihr Grund in der Zersetzung des Gases liege.* Nur folgende Stelle bleibt mir dunkel, und mit dem eben beygebrachten nicht ganz vereinbar: „Die lebhaftesten uns bekannten Wirkungen der Verbrennung sind Erzeugnisse einer Verdichtung des Sauerstoff- oder Salzstoffgases; bey den Versuchen, von denen wir so eben reden, wird gewaltige Verpuffung mit Licht und Wärme hervorgebracht durch Ausdehn-

„nung und Trennung der Gase; eine gänzlich neue Erscheinung für die Chemie als Wissenschaft. — Allein wie geschieht diese Ausdehnung und Trennung? Wann und wodurch ergiebt sie sich? Da ich aus eigener Erfahrung hierauf nicht antworten kann, so halte ich mein Urtheil zurück; bin aber überzeugt, daß der Erfolg mit meinen Ansichten nicht im Widerspruch stehe.

VI

FÜNFTES KAPITEL.

Licht durch Druck auf tropfbare Flüssigkeiten.

§. 38.

Nachdem ich die Lichterscheinungen, welche sich durch Verdichtung der Luft ergeben, untersucht hatte, wandte ich mich zu den tropfbaren Flüssigkeiten, um zu sehen, ob auch diese durch Compression leuchten. Allein diese Versuche sind mit so vielen Schwierigkeiten verbunden, daß es äusserst schwer hält, unzweideutige Resultate zu erhalten. Tropfbare Flüssigkeiten sind bekanntlich in einem so geringen Grade verdichtbar, daß man sie lange Zeit als ganz unbezwingbar, und jedem Drucke widerstehend betrachtete; nur durch Aufwand von Kräften und Maschinen überzeugte man sich vom Gegentheil. Da uns hier hauptsächlich um die Beobachtung des Lichts zu thun ist, so kann die Verdichtung nicht anders, als in gebrechlichen Glasröhren veranstaltet werden. Hiezu kommt noch der Umstand, daß sich beym Füllen der Glasröhre mit Wasser u. dergl., aller Sorgfalt ungeachtet, sehr leicht Luftbläschen einschleichen, welche das Resultat zweifelhaft machen, nichts zu melden, daß jede tropfbare Flüssigkeit schon für sich die Luft enthält, die man weder durch Kochen, noch auf eine andere Art ganz und gar wegschaffen kann; und wäre dies auch möglich, so würde sie sich bis zur Veranstaltung des Versuches wieder beymengen. Der Widerstand des Flüssigen, die Gebrechlichkeit des Glases, und die fremdartige Luft sind also die drey vorzüglichsten Hindernisse, mit welchen der Experimentator zu kämpfen hat. Die erste trachtet er durch hinreichende Kraft von Menschen und Maschinen, die zweite durch sehr dicke Glasröhren, die dritte durch möglichste Sorgfalt zu überwinden; oder wenn dies nicht ganz gelingt, aus den Erfahrungen des ersten Kapitels zu beurtheilen, welchen Antheil an dem beobachteten Licht die äusserst wenige Luft haben kann, und was der Flüssigkeit selbst zugehört.

§. 39.

So verwickelte Versuche gewinnen nur dadurch an Zutrauen, wenn mehrere Naturforscher, die sich damit beschäftigen, ähnliche Resultate erhalten. Dies ist einsweilen der Fall

mit Hrn. Dessaigues und mit mir, bis auf noch zu erwartende Bemühungen anderer Männer, denen es weder an Fleiß, noch an Apparat mangelt; denn hier bleibt noch manches zu thun übrig. Jener theilte seine Erfahrungen dem gelehrten Institut zu Paris bereits im April 1810. mit, die wir aber um ein ganzes Jahr später, zuerst in *Gilberts Annalen* (1811. Heft 3.) dann im *Journal de Physique* (1811. July,) endlich in *Schweiggers Journal* (1815, Heft 1.) mehr oder weniger ausführlich geliefert erhielten; nur das *Journal de Physique* enthält den Aufsatz unabgekürzt und vollständig.

Andere Arbeiten erlaubten mir nicht, vor 1811. Hand anzulegen, auch waren meine Erwartungen aus den so eben angeführten Gründen sehr herabgestimmt. Erst als ich des Hrn. Dessaigues Schrift zu lesen bekam, faßte ich neuerdings Muth, und so entstand das, was hier folgt, freilich im Ganzen nur eine Wiederholung der bereits gemachten Versuche, aber zugleich eine Bestätigung, die nicht ganz ohne Werth ist.

§. 40.

Hiezu gehört eine kleine zweckmässig eingerichtete Condensationspumpe. Ich beschreibe zuerst jene des Hrn. Dessaigues, und füge dann meine Verbesserungen bey.

Der Zweck ist, eine kleine Portion Wasser, u. dergl. so im Raum zu beschränken, daß es den stärksten Druck aushält, ohne nur im mindesten ausweichen zu können; zugleich muß von Aussen bemerkbar bleiben, was im Innern vorgeht. Diese Absicht zu erreichen, wählte Hr. Dessaigues eine beyderseits offene, an den Enden flach abgeschliffene Glasröhre von 4 Lin. innerer Weite, 6 Lin. Dicke, und 9 Zoll Länge; die eine Oefnung dieser Röhre will ich A, die andere B. nennen *)

Um einen beliebigen Druck auf die in die Röhre gebrachten Flüssigkeiten zu bewirken, wurden zwey luftdichtpassende Pfropfe a und b aus Lederscheibchen bereitet, welche in Fette getränkt, und zwischen Messingplättchen eingeeengt waren. Diese Plättchen gewährten auch den Vortheil, daß die angränzenden Grundflächen der cylinderischen Pfropfe sich genau deckten, und die Luft ausschlossen. Einer derselben, etwa a war, wie bey den gewöhnlichen Pumpen, mit einer Kolbenstange versehen, der andere nicht. Endlich wurden die Oefnungen A und B mit viereckigen, $2\frac{1}{2}$ Linie dicken, und in der Mitte durchbohrten Messingplatten α , β , gedeckt, welche an den vier Ecken durch Eisenstäbe mittelst Schrauben und Muttern in Verbindung kamen, und so auf die durch Leder geschützten Oefnungen dicht auflagern. Durch α gieng die Kolbenstang, β war mit einem eingeschraubten Hahn, wie bey

*) Der Leser wird gut thun, sich nach den angegebenen Buchstaben eine rohe Zeichnung zu entwerfen, um mich besser zu fassen,

den Luftpumpen, versehen, und die ganze Glasröhre Sicherheitshalber mit Drath umflochten. *)

Bey den Versuchen verfuhr Hr. Dessaignes, eigentlich der Mechanicus Dumotiez, so: der Pfropf *b* wurde mittelst *a* in die Glasröhre vorgeschoben, daß nur noch ein Zoll innerer Raum übrig blieb; dieser Raum wurde mit luftreinem Wasser, u. dergl. gefüllt, die Messingsplatten *a* und *β* gedrängt verbunden, (der Hahn, wie ich vermuthe, schon vorläufig auf *β* geschraubt, verschlossen, und sein schädlicher Raum mit Wasser gefüllt,) die Kolbenstang in einen Schraubstock eingespannt; die Pumpe aufgezogen, so weit es der Stempel *a* erlaubte (was 162 Millimetres, oder höchstens 6 Zoll betrug,) und dann im Dunkeln mit aller Kraft herabgestossen; hiemit drängte der Kolben *a* den Pfropf *b* und dieser das eingeschlossene Wasser. So verfuhr Hr. Dessaignes mit Beyhülfe des Künstlers Dumotiez.

§. 41.

Bey dieser Einrichtung fand ich hauptsächlich zwey Stücke zu ändern. a) Der auf die Platte *β* geschraubte Hahn ist zu den Versuchen mit tropfbaren Flüssigkeiten nicht nur unnütz, sondern höchst schädlich, weil sowohl beym Schraubengewind als zwischen dem eigentlichen Hahn das Wasser ausweichen und sich einen Weg machen kann, auch der sogenannte schädliche Raum nur mit Mühe beseitiget wird. Diesem Fehler ist sogleich abgeholfen, wenn die Messingplatte *β* ganz bleibt, damit sie allein den Raum luftdicht schließt. b) Daß der Kolben *a* luftdicht paßt, erschwert den Versuch, und trägt zum bessern Gelingen nichts bey. Der Pfropf *b* allein muß das Wasser im Raum beschränken; halt dieser nicht aus, so nutzt *a* nichts mehr. Man mache also den Kolben *a* so dünn, daß er in die Glasröhre sehr willig geht; dann erhält *b* einen zehnmal stärkern Stoß, und der Versuch gelingt zuverlässiger; auch beym Füllen mit Flüssigkeiten kommt man leichter weg. c) Das Sicherheitsgitter von Drath ist überflüssig. Nie vermag Menschenkraft Wasser so zu verdichten, daß eine $\frac{1}{2}$ Zoll dicke Glasröhre in mehrere Trümmer geht; nur Luft und Dämpfe, stark erhitzt, verursachen derley Platzungen. Uebrigens schützen schon die vier, längst der Pumpe hinlaufenden Eisenstängelchen vor möglichen Unfällen hinlänglich. Hr. Dessaignes wollte eine Universalmaschine verfertigen, welche eben darum für manche besondere Fälle unvollkommen wurde,

*) Wer *Rozier's Journal de Physique*, T. XXXI, pag. 431. oder *Lichtenberg's Magazin fortges. von J. H. Voigt*, B. V, St. 3. S. 93. bey Handen hat, wird sich von dieser Verbindung einen deutlichen Begriff machen. Die dort beschriebene Condensationspumpe hat vor den gewöhnlichen viele Vorzüge; nur sind die beyden Stiefel nach der Zeichnung etwas zu weit, auch ist es unrichtig, daß die Glasröhre des Verdichtungsmessers oben offen seyn muß. Der schon empfohlene Künstler Dumotiez machte auch die so eben beschriebene Pumpe für Hr. Dessaignes, und stellte sogleich die nöthigen Versuche in seiner Werkstatt selbst an, was Hr. D. mit Dank erkennt.

wie er sogleich erfuhr. d) Bey meiner Einrichtung ist es unnöthig, die Kolbenstang in einen Schraubstock zu spannen. Der Theil der Pumpe, wo sich das Wasser befindet, kömmt abwärts und stützt sich auf eine unbewegliche Unterlage: hiemit sieht man das Licht deutlicher. Man gebe der Kolbenstange eine zweygriffige Handhabe, um mit beyden Händen bequem stoßen zu können. e) Noch besser ist's, die zwey Pfropfe *a* und *b* sogleich in Berührung zu bringen, und den Stofs durch einen Hammerschlag zu bewirken; eine kleine Uebung wird lehren, wie stark dieser Schlag seyn darf und muß, um den Erfolg ohne Beschädigung der Pumpe zu erhalten. Ist der Hammer schwer und breit, so erfordert er keine grosse Fallhöhe, und man wird selbst im Finstern den breiten Handgriff der Kolbenstange nicht verfehlen. In diesem Falle darf auch *a* luftdicht schliessen, wie bey Hrn. Dessaignes. f) Immer ist's rathsam, sich gleich anfänglich mit einem Halbduzend Glasröhren zu versehen; sind sie von gleicher Weite, so ist beym Verunglücken der Verlust nicht groß, weil alles übrige paßt, und die fernern Versuche leiden keinen Aufschub. g) Uebrigens sieht man leicht ein, daß der Druck auf das Wasser nach Belieben könnte vergrößert werden, wenn man die Kolbenstang entweder mit einem Hebel verbinden, oder unter eine Presse bringen wollte. Die Anrichtung ist willkührlich; nur muß man nie vergessen, daß das Gelingen von einem augenblicklichen Stofs abhängt, und ein langsam zunehmender Druck hier noch weniger, als bey Luft ein Licht gewährt. h) Die §. 4. beschriebene Glaspumpe ist hier nicht anwendbar, weil sie zu dünn ist, und den viel stärkeren Druck nicht aushält.

§. 42.

Wird nun diese Condensationspumpe ohngefähr ein Zoll hoch mit Wasser, oder einer andern tropfbaren Flüssigkeit gefüllt, — nur starke Säuren ausgenommen, welche die Geräthschaft angreifen — und äussert man im Finstern auf den Pfropf *b* einen hinlänglich starken und schnellen Stofs, so ergeben sich folgende Erscheinungen:

- a) Alle Flüssigkeiten leuchten; wenigstens war dieß der Fall bey Wasser, Salzauflösungen in Wasser, Weingeist, fetten und ätherischen Oelen, Essig;
- b) Dieses Licht ist nur augenblicklich, und vorübergehend wie der Stofs;
- c) Der Schimmer wächst mit der Stärke des Stosses;
- d) Er zeigt sich am deutlichsten in der Gegend der Messingplatte *β*, oder an dem vom Pfropfe *b* entfernten Enden der Glasröhre;
- e) Er bleibt ganz aus, wenn der Stofs entweder zu schwach ist, oder die Geräthschaft nicht vollhommen genau schließt;
- f) Die Farbe des Lichts wechselt mit der Flüssigkeit, und mit der Stärke des Stosses; hangt vermuthlich auch von der Beschaffenheit der Glasröhre ab; bey Wasser ist sie gelblicht.
- g) Der Versuch glückt auch, wenn man ihn mit demselben Wasser öfters nacheinander wiederholt.

- h) Zwischen Pfropf und Glas bemerkt man kein Licht, selbst nicht zwischen dem beweglichen Kolben *a* und dem Glas.
 i) Zugleich entwickelt sich mit jedem Stofs etwas fühlbare Wärme.

§. 43.

Hiemit ist es entschieden, daß sich *während der raschen Compression tropfbarer Flüssigkeiten im beschränkten Raum* ein augenblickliches Licht entwickelt. Die Frage ist nur, wem gehört dieses Licht zu, und woraus entspringt es? a) Etwa aus der Reibung zwischen Glas und Pfropf? b) Oder aus der wenigen im Wasser und überhaupts im beschränkten Raum noch vorfindigen Luft? c) Oder aus dem Wasser selbst? d) Oder endlich aus diesen drey Quellen zugleich?

a) Der erste Zweifel läßt sich durch Versuche heben. Wir werden in den folgenden Kapiteln sehen, daß kein fester Körper durch augenblicklichen Druck und Reibung leuchtet, wenn keine Stücke davon abspringen, oder wenn er nicht in Trümmer geht, das electrische Licht ausgenommen. Zwey polirte Bergcrystalle, Glasplatten, u. dergl. geben selbst bey der stärksten Reibung keine Spur von Licht, solange ihre Flächen unbeschädigt bleiben; noch viel weniger kann Leder auf Glas so etwas bewirken. Auch dem Druck, welchen die Glasröhre hiebey aushalten muß, kann man das Licht nicht zuschreiben; denn es ist eine nicht minder bewährte Thatsache, daß ein einfacher Druck ohne Bruch auf feste Körper nichts vermag. Wie könnte endlich zwischen dem Pfropf *b* und der Glasröhre ein electrisches Licht entstehen, da der Spielraum von *b* so unbedeutend klein, und zugleich eine ununterbrochene Leitung vom Wasser bis zur Hand des Experimentators zugegen ist? Eher liesse sich so etwas vom Kolben *a* erwarten, der bey Dessaignes einen Raum von sechs Zoll durchlief. Allein dieses Licht, wenn es je entstünde, würde man sehr leicht von jenem des Wassers unterscheiden; ich kann aber versichern, daß ich bey meinen vielfältigen Versuchen mit Gasarten und tropfbaren Flüssigkeiten zwischen dem Kolben und der Glasröhre nie so ein Licht gesehen habe.

b) Gegründeter ist der zweyte Verdacht, daß die dem Wasser noch beygemischte Luft an diesem Licht einen Antheil habe, indem es sehr schwer hält, tropfbare Flüssigkeiten ganz und gar von Luft zu reinigen, und bis zum wirklichen Versuch luftrein zu erhalten; auch hat man Mühe, beym Füllen der Pumpe alle Luft zu beseitigen. Allein wer sich vorläufig mit den Lichterscheinungen bekannt gemacht hat, welche sich bey Verdichtung der Luftarten ergeben (§. 6,) und dann obige Versuche mit den tropfbaren Flüssigkeiten wiederholt, der wird zuverlässig eingestehen, daß das hiebey entstehende reichliche Licht unmöglich von der unbedeutenden, vielleicht noch vorfindigen Luft herrühren könne, und daß es wo nicht ganz doch größtentheils aus dem Wasser selbst kommen müsse. In dieser Meynung bestärken mich noch folgende Gründe.

§. 44.

Seit der vortreflichen Abhandlung des Hrn. Prof. Zimmermann in Braunschweig, *) ist die Elasticität des Wassers meines Erachtens überzeugend dargethan. Giebt nun Wasser dem Drucke nach, und läßt es sich verdichten, so kann es dabey auch leuchten. Zu diesem Schlufs berechtigt uns die Analogie, und die mit Luft und anderen Substanzen vorgenommenen Versuche. Bedenken wir ferner, daß sich bey jedem Stofs gleichzeitig mit dem Licht auch fühlbare Wärme aus dem Wasser entwickelt, so läßt sich nicht mehr zweifeln, daß Licht so gut wie Wärme aus dem comprimierten Wasser entweiche.

Von dieser Temperaturerhöhung kann man sich auf folgende Art überzeugen: Man gebe dem eingeschlossenen Wasser zwey bis drey Stöße nacheinander, öffne dann schnell die Mündung B, indem man entweder die Messingplatte β , oder im Fall sie mit einem Hahn versehen ist, diesen abschraubt, und in das kurz zuvor comprimerte Wasser ein empfindliches Thermometer versenkt, welches sogleich um 4 bis 5 Grade steigen wird. Das ist freylich nun sehr unbedeutend, und lange nicht hinreichend, ein Lichtphänomen zu bewirken; allein es ist auch nur ein sehr kleines Ueberbleibsel der bereits wieder zerstreuten Wärme, wie jedermann einsieht; so zu sagen ein schwacher Fingerzeig aus dem Wenigen auf das Mehrere und Wirkliche zu schließen, das ausser unserer Erfahrungs-Sphäre liegt, und immer liegen wird.

Unter einer grossen Münzpresse erhalten die Prägstücke gewifs eine sehr beträchtliche Temperaturerhöhung, dennoch zeigt das Thermometer hievon nur gar wenig an, wie wir weiter unten sehen werden. Bey Wasser, als einem elastischen Körper tritt auch noch der Umstand ein, daß es sich nach dem Druck sogleich wieder ausdehnt, mithin die Wärme wieder absorbiert.

§. 45.

Wasser also, und andere tropfbare Flüssigkeiten leuchten durch Druck - eine merkwürdige Erscheinung; doch seit der erwiesenen Compressibilität des Wassers nicht mehr ganz

*) Ueber die Elasticität des Wassers, theoretisch und historisch entworfen, Leipzig 1779. Im historischen Theile vermißt man folgende, etwas seltene Schrift: J. G. Bidenfrost M. D. de Aquae communis nonnullis qualitatibus Tractatus, Duisburgi ad Rhenum 1756, worin über die Elasticität des Wassers eigene Ansichten des Verfassers vorkommen. Liefert nicht der Stofsheber einen neuen Beweifs für diese Elasticität? Ueberhaupt haben ja alle tropfbare Flüssigkeiten ihre Form dem Wärmestoff zu verdanken, also sind sie verdichtbar — Wasserthermometer. — Die größten Mathematiker, Euler und Jac. Bernoulli setzten in ihren hydrodynamischen Untersuchungen die Elasticität des Wassers stillschweigend voraus. Letzterer drückt sich hierüber bestimmt aus in den Act. Nov. Acad. Petropol. T. VI, pag. 186.

unerwartet. — Flüssige Körper sind Auflösungen durch Wärmestoff; zwingt man diesen durch Druck zu entweichen; so wird zugleich Lichtstoff ausgeschieden; soviel giebt die Erfahrung; das Warum und Wie führt auf Hypothesen. Wird vielleicht das durch Druck erhitzte Wasser in seine Bestandtheile zerlegt, und ein Atom von Knallluft erzeugt, welcher augenblicklich verpufft? Geht bey fetten Oelen, Weingeist, u. dergl. ein augenblickliches Verbrennen vor, durch die Ueberbleibsel von gemeiner Luft unterhalten? Oder ist dieses Leuchten tröpfbarer Flüssigkeiten eine Art von Glühen, wie wenn sie durch äussere Erwärmung zum Leuchten gebracht werden? (S. 185. u. f.) Manches, was ich oben §. 6, 7, vom Leuchten der Luft gesagt habe, lässt sich auch auf diese Versuche anwenden. Ein Zündschwamm fängt in der Condensationspumpe zu glimmen an, warum nicht auch Olivenöl? Vielleicht würde es in Flamme ausbrechen, wenn man in demselben Augenblick, als es den Lichtblitz verbreitet, die Gemeinschaft mit der äusseren Luft herstellen könnte. Weingeist wird durch den electrischen Funken angezündet (eine Folge der durch Druck entsandenen Wärme §. 22.) warum soll er nicht durch rasche Compression leuchten? Bey verbrennlichen Flüssigkeiten fällt also das Seltsame dieser Lichterscheinung so zimlich weg. Bey den unverbrennlichen dürfte es wohl auf eine Zersetzung hinauslaufen; ich erinnere hier nur an die Verpuffungen der Knallsalze durch Druck. Hiemit ist auch der Zweifel gehoben, den ich S. 269. §. 234. äusserte; meine damaligen Versuche waren noch zu unvollkommen, um mich über das Leuchten des Wassers durch Druck bestimmt äussern zu können.

§. 46.

Was wir aus Wasser nur im beschränkten Raum erzwingen, das kann die Natur gar leicht auch im Freyen darstellen, ich meine das Leuchten der See, womit sich der Lauf des Schiffs bey frischem Wind bezeichnet, und woran ich schon oben (S. 557.) erinnert habe. Der berühmte Forster sagt in seinen Bemerkungen S. 53: „Eine gewisse Art des Leuchtens im Meere erstreckt sich nie fern vom Schiffe; bloß das Wasser, welches zunächst das Schiff berührt, wird erleuchtet, und höchstens theilt sich dieses Licht den nächsten Wellen mit, welche sich in einer schiefen Richtung gegen dasselbe brechen. Wir hatten gemeinlich frischen Wind, so oft dieses Phänomen sich wahrnehmen liess.

Bereits 1704. machte P. Bourzes ein Jesuit und Missionär auf seiner Reise nach Westindien über dieses Leuchten sehr schöne Bemerkungen, die man in den *Philos. Transact. Vol. XXVIII*, oder im 5ten Band der abgekürzten *Transactionen* (Part. II. pag. 213.) nachlesen kann. *) Es ist dort hauptsächlich die Rede von dem Licht, welches dicht an- und mit dem Schiffe fortläuft, und das sich in düstern Nächten ganz vorzüglich ausnimmt. Mögen auch die See - Würmchen daran einigen Antheil haben, so kann doch die durch Druck

*) Auch in den *Lettres édifiantes* Tom. IX. Paris 1730.

erzeugte ausserordentliche Reibung nicht ganz ohne Wirkung seyn. Wenn eine kleine Portion Wasser durch Menschenhände mässig comprimirt leuchtet, sollte nicht der überaus grosse, mit Bewegung verbundene Druck der ganzen Schiffsmasse auf das Meerwasser etwas ähnliches im Grossen hervorbringen? Wirklich finden wir nicht leicht ein zweytes Beyspiel einer so starken Reibung und eines so auffallenden Druckes auf Wasser, wie jener eines schwer beladenen Schiffes ist; nur die untersten Schichten der tiefen See halten einen noch beträchtlichen Druck aus. Forsters Meynung, dass sich hier eine durch Reibung entstandene Electricität mit Licht und Funken äussere, lasse ich dahin gestellt seyn; zur vollständigen Erklärung des Phänomens ist sie ganz und gar überflüssig; aber Phosphorescenz durch Druck und Reibung, muss sich dabey einfinden, selbst wenn keine leuchtenden Mollusken vorhanden sind. Die erhöhte Temperatur des Meeres zwischen den Wendekreisen kann dieses Licht befördern, obwohl man es auch in der Nordsee bemerkt. *)

Vielleicht gehört hieher auch das Leuchten der Wasserwogen, wenn sie an das Schiff oder an das Felsenufer mit Gewalt anschlagen und sich brechen; daran mag Wasser und Luft, gleichzeitig comprimirt, einen Antheil haben. Uebrigens will ich diese Erklärung nicht zu weit ausdehnen, wie Hr. *Bajon* im *Journal de Physique* (III. 106.) gethan hat, indem er beynahe alles Leuchten der See aus der Bewegung und Reibung des Wassers herleitet. Der Ursachen sind hier gar viele. Die Reibung allein ohne Rücksicht auf Druck wird wohl die letzte seyn.

SECHSTES KAPITEL.

Licht durch Druck auf feste Körper ohne Bruch.

§. 47.

Untersucht man die Folgen des Drucks auf feste Körper, (hier eigentlich die sich etwa ergebenden Lichtphänome,) so muss man sorgfältig unterscheiden zwischen reinem Druck und jenem, der mit Bruch der Substanz begleitet ist, weil die Beschaffenheit der Körper durch

*) Den einfachsten Beweis von der Reibung tropfbarer Flüssigkeiten an den Seitenwänden der Gefässe und Kanäle liefert der Versuch, wodurch man zeigt, dass die Grösse des Drucks auf die Grundfläche im zusammengesetzten Verhältnisse der senkrechten Höhe, der Grundfläche und des specif. Gewichts der Flüssigkeit sey. Immer muss die Wassersäule in einem cylindrischem Gefässe höher seyn, als in einem Kegelförmigen sich aufwärts erweiternden, um gleichen Druck auf die Grundfläche hervorzubringen. Wenn nun diese Reibung schon bey so kleinen Versuchen bemerkbar ist, was wird sie nicht bey einem grossen Kauffahrteyschiff betragen?

eine gewaltsame Trennung merklich geändert wird, was auf den Erfolg einen wesentlichen Einfluss hat. Wesswegen ich beyde Fälle abgesondert betrachte, und zuerst nur die Folgen des reinen Drucks aus der Erfahrung aufzähle. Dieses Kapitel zerfällt in drey Theile;

- a) Zuerst erzähle ich die Folgen des Drucks, wenn er mit Bewegung verbunden ist;
- b) Hierauf die Folgen des Drucks durch Pressen und Hämmern, was vorzüglich auf Metalle anwendbar ist, endlich
- c) Die Folgen des Drucks auf Mineralien, wenn sie vorläufig zu feinem Pulver zerstoßen werden; denn daß sie in ganzen Stücken keinen merklichen Druck aushalten ohne in Trümmer zu gehen, ist bekannt.

A) Folgen des Drucks mit Reibung.

§. 48.

Was ich hierüber beybringen kann, sind zwar längst bekannte Erfahrungen, doch darf ich sie nicht ganz mit Stillschweigen übergehen. Der Gebrauch, durch Reiben oder Schlagen sich Feuer zu verschaffen, ist so alt und so ausgebreitet, als das Menschengeschlecht; es wird sich auch stets unter uns erhalten, da hingegen andere, in neuern Zeiten erfundene Künsteleyen der electrischen Lampe, der Phosphorgläschen, der Compressionspumpe, der oxydirt-salzsauerer Kali-Hölzchen mit Schwefel, u. dergl. ihre kurzen Perioden haben, und bald wieder ausser Gang kommen. Das Eigenthümliche der Manipulation bey verschiedenen Völkern beweiset, daß dieselbe Erfindung mehrern zugleich angehört. Einige reiben Holz mit Holz, wie die Araber der ältesten Zeiten, andere Stein auf Stein, wie noch zur Zeit die Eingebornen von Oraska, wieder andere schlagen Stahl gegen Stein, was unter uns dermal das Gewöhnlichste ist.

Die Römer älterer Zeiten verschafften sich ihr Feuer bald nach der ersten, bald nach der dritten Art, wie wir aus Plinius und Seneca erfahren. Beym Reiben zogen sie den Epheu- und Lorbeerbaum allen übrigen Holzarten vor, obwohl sie auch die Weide, den wilden Weinstock, und den Maulbeerbaum brauchten.

Gerade so verfahren die Sachsen zu Zeiten Karl des Grossen, und ohne Zweifel noch viel früher, weil sich dieser grosse Kaiser genöthiget sah, den damit verbundenen Aberglauben zu verbiethen. Nach des Hrn. v. Leibnitz Versicherung war es noch zu Anfang des 18ten Jahrhunderts in einigen Gegenden von Braunschweig unter den Landleuten üblich, am neuen Jahrstage alles Feuer auszulöschen, und durch Reiben zweyer Hölzer neues zu erwecken, womit sie ihre Viehheerden gegen die Seuche reinigten. (*Misc. Berol. I. 98.*)

§. 49.

Man findet bey mehreren alten Schriftstellern das Ereigniß angeführt, daß sich ganze Waldungen durch gegenseitiges Reiben der Stämme und Aeste entzündet haben. Ich ver-

weise hier nur auf Lucretius, und Corn. Severus. In dichten Waldungen, und bey stürmischer Witterung ist so etwas gar wohl möglich. Leuchten doch zwey spanische Rohre, im Finstern stark gegeneinander geschlagen, wie Kraft bemerkt. (*Praelec. phys. I. 27.*)

So läßt das Schiff, wenn es vom Stappel läuft, Rauch und Flamme hinter sich zurück, ohngeachtet die Lagerhölzer reichlich mit Fette bestrichen sind. Der Druck der Schiffmasse, mit der geschwinden Bewegung verbunden, reicht hin, so eine Hitze zu erregen, daß Fett und Holz in Flamme ausbrechen — Wirkungen, wenn Holz gegen Holz stark drückt, und schnell darüber weggleitet, daß ist, die Berührungspunkte ändert. Versuche im Kleinen kann man in jeder Drehbank machen.

§. 50.

Was auf dieselbe Art Metall auf Metall, oder auf eine andere Gegenlage vermag, sehen wir täglich am Läufer der Mahlmühle, an den Zapfenlagern der Mühlwellen, an den Räderaxen der Fuhrwerke, u. dergl.

Geräth eine Mahlmühle in Brand, so rührt das Unglück gewöhnlich von der eisernen Welle des Läufers her. Geht eine Mühle leer, so läuft sie geschwinder: dadurch erhitzt sich der Zapfen des Läufers bis zum Glühen: die ihn umfassende hölzerne Büchse fängt Feuer, und von da aus verbreitet es sich weiter; daher man die Pfanne immer gut in Oel oder Fette halten muß; obwohl bey zu grosser Geschwindigkeit auch diese Sorgfalt nicht hinreichen würde.

Etwas ähnliches bemerkt man an den eisernen Zapfen des Wellbaums, wenn sie in metallenen Büchsen liegen. Bey den hiesigen Stadtmühlen laufen die Wellen in hölzernen Pfannen, und werden immer naß gehalten; fehlt ihnen das Wasser, so singen sie, und rufen so zu sagen um Hülfe.

Versuche im Kleinen machte schon Rob. Boyle, und nach ihm Boerhave; dieser erhitzte z. B. zwey übereinander liegende Eisenplatten, durch Druck und Reiben, selbst bey strenger Kälte, bis zum Glühen. (*Element. Chem. I. 176.*) Bley auf Bley gab beträchtliche Hitze. *a. a. o. S. 196.* Noch auffallender ist der Erfolg beym Bohren der Kanonen, beym Drehen der Metalle im Grossen, u. dergl. *)

Alle Fabrikate des Pflanzen- und Thierreichs liefern unter gleichen Umständen dieselben Erscheinungen, z. B. Holz, Bein, Seide, Tuch, Stricke, u. dergl. und es ist ein allgemeiner Erfahrungssatz: daß *anhaltende Reibung mit Druck* bey allen Körpern eine Temperaturerhöhung bewirkt, welche bey unverbrennlichen Körpern bis zum Glühen, bey ver-

*) Sehr lehrreich sind des Hrn. D. Haldat Versuche: *Sur la chaleur produite par le Frottement*, im *Journal de Physique* LXV, 213. u. f. und jene des Hrn. Gr. v. Rumford in der Stuckbohrerey zu München. *Philos. Transact. Vol. 88. P. I. pag. 80. u. f.*

brennlichen bis zum Ausbruch einer Flamme steigen kann, wenn Druck und Geschwindigkeit der Reibung einen hohen Grad erreichen. Manches Leuchten im Finstern beruht auf diesem Grund, ist eine Phosphorescenz durch Temperaturerhöhung.

B) Folgen des Drucks ohne Reibung bey grössern Stücken.

§. 51.

Zu diesen Versuchen eignen sich nur die Metalle, und Hölzer, weil andere harte Körper durch Druck und Schlag gewöhnlich in Trümmer gehen. Den regelmässigsten Druck gewährt zwar eine grosse Münzpresse, allein der grosse Hammer auf den Eisen- und Kupferwerken leistet mehr und geht geschwinder; daher ich diesen vorzog. Meine Absicht war eigentlich nur, zu erfahren, ob nicht Metalle und Hölzer durch einen raschen Stoss leuchten, wie wir oben bey Luft und Wasser sahen, und wie es bey vielen Mineralien der Fall ist. Auf die durch Schlag entwickelte Wärme nahm ich keine Rücksicht, theils weil es mein Zweck nicht erheischte, theils auch, weil wir hierüber bereits einige Versuche und Beobachtungen haben.

§. 52.

Hiezu benutzte ich die Anrichtung des hiesigen Kupferhammers zu Nachts bey hinlänglicher Dürcke in den Wintermonaten. Das Gewicht des Hammers betrug 110 baierische Pfund, die Fallhöhe 12 hiesige Zoll; mithin das Moment des Schlages 855 Pfund. Geprüft wurden Silber, Kupfer, Glockenmetall, Eisen, Zinn, Bley, Zink, Messing; alle Metallplatten hatten die Grösse eines Conventionsthalers, und waren von zweyerley Art; gegossenes, und gehämmertes, oder geprägtes Metall, Zink ausgenommen, welches nur gegossen war. Jedes Metall mußte vier bis fünf Schläge aushalten. Das Resultat war, *dass sich bey Keinem dieser Metalle nur die mindeste Spur von Licht zeigte.* *)

*) Es läßt sich erwarten, dass ich bey dieser Gelegenheit auch andere Substanzen prüfte, allein da sie in Trümmer giengen, so gehören sie nicht hieher. Doch erinnere ich schon jetzt, dass Cäment - Kupfer, Blutstein, Kalk - und Schwerspath, Thon - und Talkerde unter dem Hammer nicht leuchteten. Ein Stück des gemeinen Talkes (Talcum Venetum) gieng nicht einmal in Trümmer, sondern wurde gleich einem weichen Körper abgeplattet. Aber die Steine des Kieselgeschlechts, auch Flussspath gewährten mehr oder minder schöne Lichtphänomene.

§. 53.

Dieser Erfolg war mir nicht unerwartet. Leuchten durch Druck und Schlag ist bey Metallen und noch vielen anderen Körpern nur Folge der Glühhitze; dazu gehört aber ein anhaltendes Hämmern, und ein ganz anderes Verfahren. Mit weichem Eisen gelingt der Versuch am besten. Ich führe hierüber eine Stelle aus des Hrn. v. Leibnitz *Historia inventionis Phosphori* (*Miscell. Berol. Vol. I. pag. 98.*) an, wo es heisst: „Sed illud non aequè „cognitum, qua ratione fabri ferrarii apud nostras fodinas ignem in officina extinctum susci- „tant. Contum ferreum, qui ex ferrariis forma prismatis triangularis venire solet, malleo in ip- „sa acie percutiunt, versantes interim contum, ut eadem acies alternis vicibus nunc a dex- „tra, nunc a sinistra feriatur. Ita mox calorem concipit, et post ictus repetitos plane can- „descit, ut materiam combustibilem inflammet. Ich besprach mich deswegen mit einem hie- sigen Hufschmid, dem nicht nur der Versuch, sondern auch der zum Gelingen nöthige Kunst- griff bekannt war, welcher darin besteht, daß man den Hammer während dem Schlage zu- gleich vorwärts schiebt, um Druck und Reibung zugleich hervorzubringen; sehr schnell auf- einander folgende Schläge sind das zweyte Bedingniß. Metalle, welche früher schmelzen, als sie glühen, leuchten in keinem Fall durch Hämmern.

§. 54.

Ueber die durch Druck und Stofs in den Metallen hervorgebrachte Wärme, hat Hr. Berthollet in Gesellschaft mit den Hrn. Pictet und Biot auf der Münze zu Paris einige schätzbare Versuche unternommen, und in den *Memoires de la Societé d'Arcueil* (II. 441. u. f.) bekannt gemacht. Hievon nur ganz kurz die Hauptsache: Nachdem alle Geräthschaft gleiche Temperatur angenommen hatte, wurde die zuprüfende Metallplatte unter die grosse Münzpresse gelegt, und nach dem Stofs sogleich in so viel Wasser gelegt, als hinreichte, das Metall zu bedecken. Ein sehr empfindliches Thermometer gab den Grad der dem Wasser dadurch mitgetheilten Wärme an — zwey starke und geübte Arbeiter behandelten die Presse. —

Da man durch vorläufige Versuche ausgemittelt hatte, um wie viel eine bestimmte Men- ge Wasser durch Silber oder Kupfer von bestimmter Masse und Temperatur erwärmt wer- de, so schloß man bey den Versuchen aus der erhöhten Temperatur des Wassers auf jene des gepressten Metalls. Daß solche Männer mit der möglichsten Vorsicht zu Werke giengen, brauche ich nicht zu erinnern. Den Erfolg bey Kupfer und Silber zeigt folgende Tabelle:

*Zwey Kupferplatten gaben
Temperaturerhöhung.*

*Zwey Silberplatten gaben
Temperaturerhöhung.*

Nach dem ersten Stofs:

Nro. 1. 9', 69.
n' 2. 11, 56.

Nro. 1. 5', 44.
n' 2. 4, 06.

Nach dem zweyten Stofs:

n' 1. 4, 06.
n' 2. 2, 50.

n' 1. 3, 25.
n' 2. 1, 19.

Nach dem dritten Stofs:

n' 1. 1, 06.
n' 2. 0, 81.

n' 1. 1, 50.
n' 2. 1, 12.

Summe der Wärmegrade der 100 theiligen Scala:

bey der 1ten Platte: 14' 81.
bey der 2ten — : 14, 87.

bey der 1ten Platte: 8', 19.
bey der 2ten — : 6, 37.

Nach mehr als drey Stößen erfolgte weiterhin entweder gar keine, oder eine unbedeutende, stets abnehmende Erwärmung. Gold äusserte durch Druck weniger Wärme als Silber: dieses weniger als Kupfer: auch erlitt das Gold unter der Presse eine geringere Verdichtung, als Silber, und dieses eine geringere als Kupfer, so dass die *Wärme-Entwicklung mit der Dimensionsveränderung der Metalle im geraden Verhältnisse stand*. Aus obigen Versuchen wurde noch ferner geschlossen: a) dass bey Körpern, welche durch Druck und Stofs keine chemische Veränderung leiden, die dadurch erregte Wärme einzig den Dimensions-Veränderungen zuzuschreiben sey, und dass jene mit diesen wachse und endige. b) Dass sich die Wärme viel schneller durch blosser Berührung mittheile; daher in obigen Fällen das Thermometer nur einen geringen Theil der in den Metallplatten erregten Wärme anzeigen konnte; aber auch dieser geringe Theil musste mit der Totalwirkung im Verhältnisse stehen.

§. 55.

Hiemit lassen sich alle Wirkungen des Drucks ohne Reibung, in Betracht fester Körper, auf folgende drey Erfahrungssätze zurückbringen:

1.) *Wo keine Verdichtung, keine Raumverminderung erfolgt, entsteht auch keine fühlbare Wärme, noch viel weniger ein Licht.* Den einfachsten Beweis hievon liefert uns der Ambos und Hammer in jeder Schmidtwerkstätte, u. dergl. Möglichst gehärtet, halten sie die stärksten, wiederholten Schläge gegeneinander aus, ohne warm zu werden, ohne in Trümmer zu gehen, wie es mit gutem Stahl geschieht. Allein da es keinen vollkommen harten Körper giebt, und beyde Werkzeuge durch fortgesetztes Schlagen leiden, so wird es der Eigenthümer nie zugeben, den Versuch längere Zeit fortzusetzen.

2) *Sobald im Körper eine wahre Verdichtung vorgeht, äussert sich auch fühlbare Wärme.* Ein auf alle Klassen von Körpern anwendbarer Satz. Wir finden ihn bewährt bey Luft, Wasser, und Metallen.

3) *Leuchten wird der comprimirte Körper nur dann, wenn er durch Druck und Schlag bis zum Glühen erhitzt wird,* was allerdings ein seltener Fall ist, und eine eigene Behandlung voraussetzt. Man muss diesen Satz nicht missdeuten, und nicht vergessen, von welchen Körpern hier die Rede ist.

4) Selbst spröde und elastische Metalle, die dem Druck nur so lang nachgeben, als er anhält, und dann ihren vorigen Raum wieder einnehmen, können durch oft und schnell wiederholten Druck sehr beträchtlich erhitzt werden, wie wir an den grossen Glocken sehen, wenn sie lange Zeit geläutet werden. Ich vermuthe sogar; dass sie dann im Dunklen auch leuchten; doch fehlt es mir an directer Erfahrung.

So wird der stahlene Armbrust der Pfeilschützen, wie schon Scaliger bemerkt, so das Rappier der Fechter durch wiederholtes Spannen und Nachlassen warm; so ein weiches Eisenstängelchen, wenn man es durch hin und her beugen abbricht, unertraglich heiss — alltägliche Erfahrungen. —

C) Folgen des Drucks auf mineralische Pulver.

§. 56.

Die erste Wirkung des Drucks auf Mineralien im Ganzen ist Zerstückelung, Zermahlung; hat man aber die Cohasion ihrer Theile gehoben; so sind sie einer unvollkommenen Verdichtung, hiemit auch einer Erwärmung und eines Leuchtens durch Druck und Stoss fähig. Man zermahme sie also vorläufig zu feinem Pulver, bringe sie einigermaßen dem Zustande tropfbarer Flüssigkeiten näher, so wirken Druck und Schlag gerade so auf sie, wie auf Wasser, und auf hammerbare Metalle, ja sogar noch besser, indem bey vielen mineralischen Pulvern durch Druck eine permanente Phosphorescenz entsteht, die man weder bey ausdehnbaren, noch bey tropfbaren Flüssigkeiten erzwingen kann.

§. 57.

Der Druck läßt sich auf zweyerley Art bewerkstelligen, einmal unter dem Hammer auf einem flachen Ambos, und dann in der §. 40, 41. beschriebenen Condensationspumpe. Jede Art hat ihre Vortheile, so wie ihre Unvollkommenheiten. Der Schlag auf dem Ambos geht im Freyen vor, wirkt stärker, folgt geschwinder nacheinander, gewährt aber dem Pulver die Freyheit auszuweichen. Die Kraft des Stosses in der Condensationspumpe ist wegen der Gebrechlichkeit des Glases beschränkter, fordert mehr Zeit, um wiederholt zu werden, ist zweifelhaft wegen der eingemengten Luft; gewährt hingegen den Vortheil, daß das Pulver nicht ausweichen, und schon vorläufig stark verdichtet werden kann.

Die vorzüglichen Bedingnisse zum Gelingen sind: eine kleine Portion Pulver, ein rascher Stofs oder Schlag, und eine vollkommene Trockenheit der Materialien; wesswegen es rathsam ist, sie vorläufig zu erhitzen, oder schwach auszuglühen, was vorzüglich von den Salien, und von allen hygrometrischen Substanzen gilt, nur muß die Erwärmung nicht bis zum Leuchten gehen, oder man läßt ihnen Zeit zum abkühlen.

§. 58.

Hier öffnet sich für den fleissigen Experimentator ein weites Feld. Um diesen Gegenstand zu erschöpfen, müßte man die vorzüglichern Substanzen der drey Naturreiche, zu feinem Pulver zermalmet, dem raschen Druck sowohl unter dem flachen Hammer, als in der Condensationspumpe unterwerfen, ohngefähr nach der Ordnung, die ich bey der Phosphorescenz durch äussere Erwärmung (S. 140 — 182.) befolgt habe: eine Arbeit von mehreren Wochen — und das Endresultat? — — vermuthlich kein anders, als daß *das Leuchten dieser Pulver durch Druck und Stofs (durch innere Temperaturerhöhung) dieselben Gesetze befolge, wie ihr Leuchten durch das gewöhnliche Erhitzen (durch äussere Temperaturerhöhung.)* Zu diesem Schlufs berechtigen mich schon die relativ wenigen Versuche, welche ich ehemals hierüber unternommen habe. Auch dem unermüdeten Herrn Dessaignes entgieng dieser Gegenstand nicht. (*Journal de Physique LXXIII, 41.*) Was wir beyde gefunden haben, trage ich hier in einigen Erfahrungssätzen vor, wobey es dienlich ist, die drey Tabellen S. 161, 174, 181, vor Augen zu haben.

§. 59.

I. Alle Pulver der Kohlen- Schwefel- Fluß- und phosphorsauren Kalkerden leuchten mehr oder weniger unter dem Hammer, so wie in der Compressionspumpe. Geprüft wurden als ausgezeichnete Phosphorn durch Erwärmung (S. 161.): Kalkstein, Kreide, weisser Marmor, Kalkspath, Arragonit, Alabaster, Flußspath, Apatit.

II. Alle Pulver des Kieselgeschlechts leuchten (vermuthlich ohne Ausnahme) wie oben S. 163. Geprüft wurden: Bergcrystall, Calcedon, Amethyst, Kiesel, Glas.

III. Was im Thongeschlecht durch Erhitzung gut leuchtet (S. 164.) kann auch durch Stoss und Schlag zum Leuchten gebracht werden. Der Versuch glückte mit Brandschiefer, Chloritschiefer, Feldspath, und Glimmersand.

IV. Warum die Pulver der Talkerde durch Druck äusserst schwach oder gar nicht leuchten, scheint von ihrer Weiche und Nachgiebigkeit herzurühren. Chinesischer Speckstein leuchtet mittelmässig, inländischer viel schwächer, käuflicher Talk gar nicht; die Ursache hievon ergibt sich aus §. 52. in der Note.

In dieser Parallele könnte ich fortfahren mit den konkreten Salien, Metalloxyden, und den verbrennlichen Substanzen der drey Naturreiche. Denn es leuchteten: Kochsalz, Salpeter, Pottasche, Soda, Eisenerde, Blende, Braunstein, Zinnasche, Minium, ätzendes Quecksilbersublimat, Schwefelblumen, Holzasche, Holzkohle, Elfenbein.

V. Was durch äussere Temperaturerhöhung eine andauernde Phosphorescenz erhält, leuchtet auch nach dem Stoss noch einige Secunden fort. Hierin zeichneten sich aus der Arragonit, der weisse Marmor, der Flusspath, und der Tremolit.

VI. Substanzen, denen man durch einen hohen Grad von Glühhitze alle Leuchtkraft benommen hat, (S. 236. §. 165,) leuchten auch durch Druck nicht mehr. Hievon kann man sich durch entsäuerte Kalk- und Flussspatherde überzeugen.

VII. Man kann ihnen aber die verlorne Fähigkeit durch Druck zu Leuchten auf dieselbe Art, wie oben (S. 236, §. 166.) wieder geben.

Soviel mag hinreichen, meinen Satz zu erweisen, und die Aehnlichkeit beyder Phosphorescenzen darzustellen. Die weiter unten (Abschn. III. Kap. 2.) auf einen Schleifstein vorgenommenen Reibungen vollenden den Beweis. Uebrigens lässt sich nicht läugnen, dass auch die zwischen den zu Staub zerstoßenen Erden noch vorfindige Luft an diesem Leuchten einigen Antheil habe.

§. 60.

Wer Gelegenheit hat, in Stampfmühlen nach Musse Beobachtungen zu machen, der wird so manche Wirkung im Grossen sehen, die wir mit unserer Glaspumpe nur kärglich hervorbringen. Die Kohle auf den Pulvermühlen mag als Beyspiel dienen. Schon während dem Zermahlen zu groben Pulver entzündet sie sich manchmal, wenn der Läufer zu stark drückt; noch häufiger geschieht dies im Stampfloch, wenn sie zu feinem Pulver gestossen wird. Bringt man Kohle, Salpeter, und Schwefel zugleich unter die Stampfe, so erfolgt die Entzündung bereits nach drey bis vier Stößen; diesem Unfall wird nur durch Zusatz von Wasser gesteuert; allein gewöhnlich wird die Kohle abgesondert bearbeitet. Selbst ohne Stoss erhitzt und entzündet sich das Kohlenpulver, wenn es in Menge in den Vorrathskammern aufgehäuft liegt, wie Hr. Le Sage (*J. d. Phys. LXV, 424.*) berichtet. Dieser Fall

gleicht dem freywilligen Entzünden der feuchten Heu - und Strohhaufen, und gehört hinauf zu S. 542, §. 43. u. f.

Hierher gehören auch die Selbstentzündungen der mit Ocher und Oelangestrichenen, und dicht aufgehäuften Segeltücher, worüber man die Petersburger Abhandlung, (*Acta Acad. Sc. Petropol. pro Anno 1779, Pars Prior, hist. pag. 3 — 64.*) nachsehen kann. Schon Hippocrates oder wer etwa das Buch *de natura pueri* geschrieben hat, sagt: *vestes pellicae colligatae ac fortiter compactae a se ipsis comburuntur*. Diese und ähnliche Fälle gehören nur in soweit hieher, als der äussere Druck die eigentlichen zur Selbstentzündung nöthigen Prozesse einleitet.

SIEBENTES KAPITEL.

Verpuffen der Knallsalze durch Druck.

§. 61.

Streng genommen gehören zwar diese Verpuffungen nicht hieher; allein da ich so eben die Wirkungen des Druckes durch alle Hauptklassen der Körper durchgeführt habe, und meinen Gegenstand mit Vollständigkeit abzuhandeln wünsche, so wird eine kurze Betrachtung der Knallsalze hier nicht am unrechten Orte stehen. Wenn wir bisher zeigten, was Druck und Schlag auf natürliche, durch unser Zuthun noch nicht, oder doch wenig veraltete Substanzen vermöge, so ist es der Ordnung gemäss, dasselbe auch bey Kunstproducten nachzuweisen, die wir durch schickliche Verbindung einzelner Stoffe für den bezweckten Erfolg empfänglicher gemacht haben. So verfuhr ich auch in den vorhergehenden Abhandlungen, vorzüglich bey der Phosphorescenz durch Insolation.

§. 62.

Die ältesten einer Verpuffung fähigen Präparate sind wohl das Schiesspulver, *) das Knallgold des Basilius Valentinus, und Kunckel's Knallsilber, wozu man noch Homberg's

*) Folgende Stelle aus des berühmten *Franc. Rogerius Baco Opere majori ad Clementem quartum*, Edit. Sam. Jebb, Londini 1733., p. 474. verbreitet einiges Licht über die Erfindung des Schiesspulvers, und den Gebrauch des griechischen Feuers; er sagt:

„Videmus enim multas res igne non posse comminui, immo purificantur ex igne, sicut pellis Salamandrae;
 „et multa talia, quae etiam sic praeparari possunt, ut luceant secundum se extra et virtutem ignis retineant,
 „et flammam et lucem reddant; et contra inimicos reipublicae adinvenerunt magnas artes, ut sine ferro et

Leuchtstein, Geoffroy's Knallpulver (*Mem.* 1736.) und das gewöhnliche aus Salpeter, mildem Kali, und Schwefel rechnen kann. Diese hätten wohl zu vielen neuen Zusammensetzungen Anlaß geben können. In unseren Zeiten vermehrten sich die mit Licht begleiteten Verpuffungen künstlicher Praeparate so sehr, daß schon die Geschichte dieser Entdeckungen, und die Zusammenstellung der in einzelnen Aufsätzen zerstreuten Versuche ein beträchtliches Werk liefern würde.

§. 63.

Reihet man die verpuffenden Substanzen unter gewisse Rubriken, so erhält man drey Hauptabtheilungen:

a) *Die Salpetersauren und salzsauren Metalle*, als Knallgold, Knallsilber, Knallquecksilber, alle drey vorzugsweis verpuffend: die Oxyde von Braunstein, Zink, Kupfer, Eisen, Zinn, Bley, und Spießglanz — in Verbindung mit Schwefel oder Phosphor — schwächer, wohl auch sehr schwach wirkend.

b) *Die salzsauren Kalien*: Berthollets Knallsalz, Brugnatelli's gemeines salzsaures Kali, Wurzers salzsaures Ammoniac und Natron, van Mons feste Salzsäure mit Phosphor, Hoyle's neunzehn Verbindungen des salzsauren Kali mit mancherley Substanzen.

„absque eo, quo tangerent aliquem, destruerent omnes resistentes, et eorum sunt multa genera. Et quaedam nullo sensu percipiuntur, aut solo olfactu, et horum patet liber Aristotelis de alteratione aeris, non de cuius prius tetigi, sed alterius rationis, quoniam per viam infectionis procedunt; et alia sunt, quae sensum aliquem immutant, et haec diversitas fit secundum omnes sensus. Quaedam vero solo tactu immutant, et sic tollunt vitam. Nam malta, quae est genus bituminis et est in magna copia in hoc mundo, projecta super hominem armatum, combuerit eum. Istud autem Romani gravi caede perpassi sunt in expugnationibus regionum, sicuti Plinius testatur 2do naturalis historiae, et historiae certificant. Similiter oleum citrinum, petroleum, id est, oriens ex petra, comburit, quidquid occurrit, si rite praeparetur. Nam ignis comburens, fit ex eo, qui cum difficultate potest extinguui, nam aqua non extinguit. Quaedam vero auditum perturbant in tantum, quod si subito et de nocte et artificio sufficienti fierent, nec posset civitas nec exercitus sustinere. Nullus tonitruui fragor posset talibus comparari. Quaedam tantum terrorem visui incutunt, quod coruscationes nubium longe minus et sine comparatione perturbant, quibus operibus Gideon in castris Midianitarum consimilia aestimatur fuisse operatus. Et experimentum hujus rei capimus ex hoc ludicro puerili, quod fit in multis mundi partibus, scilicet ut instrumento facto ad quantitatem pollicis humani ex violentia illius Salis, qui Sal petrae vocatur, tam horribilis Sonus nascitur in ruptura tam modicae rei, Scilicet modici pergamenti, quod fortis tonitruui sentiat excedere rugitum, et coruscationem maximam sui luminis jubar excedit.“

So schrieb Rog. Baco ohngefähr ums Jahr 1267, also wohl hundert Jahre vor Berthold Schwarz; hiemit könnte die Erfindung des Schießpulvers bis ins zwölfte Jahrhundert hinaufrücken, da man es zu Baco's Zeiten allgemein als Spielerey, wie jetzt die Knallfidibus, brauchte.

c) Die salpetersauren Kalien und Erden mit und ohne Zusatz, als: salpetersaures Kali, salpetersaure Schwererde, Strontianit, Talkerde, Ammoniak, thierische und vegetabilische Substanzen, gewöhnliches Schießpulver, gewöhnliches Knallpulver, u. s. f.

§. 64.

Hieraus ergibt sich, daß bey den verpuffenden Substanzen die Salzsäure eine Hauptrolle spielen, daß diese Säure erst in der Verbindung mit einem Metalle, oder einem Kali die Wirkung hervorbringen: daß der Erfolg durch den Zusatz eines leichtverbrennlichen Körpers erleichtert und befördert wird: daß die Salzsauren und Salpetersauren Kalien in Krystalinischer Form selbst ohne Zusatz verpuffen. Um die wirkliche Verpuffung zu erhalten, wird nichts weiter als eine bestimmte manchmal sehr geringe Temperaturerhöhung erfordert. Die Art diese zu bewirken ist beynahe willkürlich; denn sie kann durch äussere Wärme, oder durch Druck und Schlag, d. i. durch innere Wärmeerregung; so wie durch Mischung und Zusatz, (z. B. mittelschwefelsaure,) geschehen.

§. 65.

Um diese merkwürdigen Erscheinungen genuthuend zu erklären, muß man sowohl von dem betäubenden Knall, als von dem gleichzeitig ausbrechenden Licht eine hinreichende Ursache angeben. Gleichwie ersterer zuverlässig von einer heftigen und augenblicklichen Expansion herrührt, so scheint mir letzteres sowohl auf den Widerstand der umgebenden Luft zu beruhen, als auch auf ein wahres Verbrennen zu deuten, was man bey der gewöhnlichen Erklärung der verpuffenden Metalloxyde ganz bey Seite setzt, indem man sagt: „der Sauerstoff des Metalloxydes bemächtigt sich des im Ammoniak vorfindigen Wasserstoffs, und bildet damit Wasser, welches durch die mittelst Druck und Schlag erregte Wärme augenblicklich in Dämpfe verwandelt, eine Explosion verursacht, u. s. f. Allein reichen wohl die unbedeutenden Wasserdämpfe allein hin, so ein auffallendes Licht durch Compression der umgebenden Luft hervorzubringen? ich zweifle sehr; selbst die betäubende Explosion bleibt mir dabey unerklärt. — Die Wasserdämpfe entstehen ja hier als ein wahres Minimum, und sie wirken zugleich ohne merklichen Widerstand. Warum verpufft denn freyliegendes Schießpulver nur zischend und ohne Knall?

Nehmen wir aber in obigem Falle an, daß der Sauerstoff des Metalloxydes und der Wasserstoff des Ammoniaks durch die Wärme in Gasgestalt übergehen, und als Knallluft verpuffen, so ist Knall und Licht hinreichend erklärt; die Ausdehnung der dadurch entstehenden Wasserdämpfe unterstützen nur jene doppelte Wirkung.

Dieselbe Erklärung paßt auf das Verpuffen von Berthollets überoxydirten salzsauren Kali, u. a. dergl., weil hiezu immer ein leicht verbrennlicher Körper erfordert wird, durch dessen Verbrennen, oder Zersetzen ohnfehlbar Wasserstoffgas erzeugt wird. Krystallinische

Salpeter-
und die

Knallsalze allein knistern nur unter dem Hammerschlag mit schwachen Lichtfunken; hier also entsteht ein reines Compressionslicht ohne eigentlichem Verbrennen nach der gewöhnlichen Bedeutung des Wortes. *)

§. 66.

Was Druck auf chemisch verwandte, zu feinem Pulver zerstoßene, und wohl gemengte Substanzen vermag, zeigt folgender Versuch, wodurch ehemals Olaus Borrichius in Paris viel Aufsehen erregte. Er mischte vier Unzen Spießganzkönig mit zwölf Unzen Quecksilbersublimat, beyde vorläufig zu möglichst feinem Pulver zerrieben, goß das Gemisch in ein Glas mit etwas enger Mündung, und stampfte es mittelst eines hölzernen Stabes anhaltend zusammen; bis nach einer halben Stund das Praeparat zu rauchen, zu schmelzen, und mit Hitze aufzubrausen anfang. (*Thomae Bartholini Acta medica et philosophica Hafniensia anni 1671, pag. 151 et 152.*) Borrichius mischte also die Bestandtheile eines Knall-oxydes (oxydirtes salzsaures Quecksilber,) mit einem leicht verbrennlichen Metalle mechanisch zusammen, und beförderte durch anhaltendes Stossen, eigentlich durch die mittelst Stoss erregte Wärme, die gegenseitige Vereinigung, und Wirkung. So entzündet sich ein mechanisches Gemisch aus Schwefel, Kohlen, und Salpeter durch Stoss, gleich dem gewöhnlichen Schießpulver.

Uebrigens wird die Theorie der Verpuffungen durch die vorausgeschickten Versuche mit Gasen, Wasser, und gepulverten Erde sehr gut erläutert und bestätigt. *)

ACHTES KAPITEL.

Rückblicke und Folgerungen.

§. 67.

Das Leuchten durch Druck und Stoss scheint mir eines der merkwürdigsten Phänome gegenwärtiger Abhandlung zu seyn. Da man diese Erscheinungen noch nie so allgemein betrachtet, noch weniger durch neue Versuche zu berichtigen gesucht hat, so dürften unsere gemeinschaftlichen Bemühungen (des Hrn. Dessaignes, und meine) für die Naturlehre

*) Der lehrreichste Aufsatz über die Knallsalze von Fourcroy und Vanquelin kömmt vor in den *Memoires de l'Institut an VII., Vol. II, pag. 31 — 39.*

**) Ueber die chemische Wirkung bey dem Zusammenreiben der Körper, von H. F. Link. (*Schweiggers N. Journal der Chemie und Physic, XIV, 193. u. f.*)

von einigem Nutzen seyn. Alle Körper setzen Licht ab, wenn ihr Raumesinhalt bey bleibender Masse schnell vermindert wird. Wer denkt hier nicht an den durchnässten, und dann gepressten Badschwamm? dieser giebt durch Druck das ihm Fremdartige, mittelst Haarröhrchenkraft eingesaugte wieder zurück: Seine Kapazität für Wasser nimmt mit dem Raumesinhalt ab. Luft, Wasser, schnell zusammengedrückt setzen Licht ab — — war es ihnen etwa, wie das Wasser dem Schwamme, fremdartig? Der ausgepresste Schwamm sich selbst überlassen, saugt neuerdings Wasser ein; nehmen vielleicht Luft, Wasser, Erden, bey negativen Druck, bey Wiederherstellung, und Erweiterung ihres Volumens, gleichfalls das abgesetzte Licht wieder auf? Allein wir wollen bey diesem so rohen Gleichniß nicht verweilen, und vielmehr die nähern Umstände der Erscheinung noch einmal betrachten.

§. 68.

Und zwar erstens äussert sich dieses Licht nie ohne gleichzeitige Temperatur - Erhöhung, ja diese geht sogar jenem voraus, und stellt sich bey allen dem Druck nachgebenden Substanzen ein, selbst da, wo kein Licht erfolgt. Zweytens bemerken wir dieses Licht gewöhnlich nur dann, wenn die Raumverminderung rasch und augenblicklich geschieht. Drittens ist es nur momentan wie der Stoss oder Schlag, einige Erden ausgenommen und den Fall, wo ein wahres Verbrennen eintritt. Ist nämlich der Druck mit anhaltender Bewegung, mit Reibung verbunden, so können viertens polirte Steine und Metalle bis zum Rothglühen, Holz und Stricke bis zum Feuerfängen erhitzt werden. Wir wollen so einen Versuch zergliedern, und die mannigfaltigen Processe, welche sich gleichzeitig ergeben, der Ordnung nach durchgehen.

§. 69.

Die erste Wirkung des von aussen angebrachten Drucks ist Verdichtung, die nun freylich nach Verschiedenheit der Körper sehr verschieden ausfällt, und bey den wenigsten genau bestimmbar ist. Den ersten Platz behaupten die permanentelastischen Flüssigkeiten, die Luftarten. Ihre Verdichtung laßt sich sehr weit treiben, und bis auf gewisse Grenzen, genau bestimmen. Hierauf kommen die Wasserdämpfe, u. dergl., nur mit dem Unterschied, daß diese mit dem Druck ihre Aggregatform ändern, und wenn sie im Raum beschränkt bleiben, wieder in den tropfbarflüssigen Zustand zurückkehren. Tropfbare Flüssigkeiten geben dem Druck nur sehr wenig nach, und gewähren daher keine auffallende Erscheinungen. Freylich nur wegen der Beschränktheit unserer Kräfte. Diefß ist auch der Fall bey starren federharten Körpern, z. B. bey Stahl und Elfenbein. Streckbare Metalle lassen sich unter der Presse und dem Hammer bis auf einen gewissen Grad verdichten; sie widerstehen aber bald aller äussern Kraft, und bleiben auch nach aufgehobenem Druck verdichtet. Spröde Körper endlich gehen schon bey dem ersten hinreichenden Schlag in Trümmer; vollkommen harte

würden allem Druck widerstehen, und bey momentanem, obgleich wiederholten Schlag nichts von allem dem zeigen, was sich bey elastischen Körpern ergiebt. Da es aber dergleichen nicht giebt, so bleibt es ein allgemeiner Erfahrungssatz, daß Druck von aussen, gleichwie er die Verdichtung der Körper bezweckt, selber auch gewöhnlich zur Folge hat.

Was ist aber Verdichtung? Sie ist bey allen Substanzen eine Versetzung der Gesamtmasse in einen gewaltsamen, widernatürlichen Zustand, Verengung der Bestandtheile in einen für sie zu beschränkten Raum: bey permanentelastischen Flüssigkeiten schnurgerad dem Streben nach Ausdehnung mit Ueberwucht entgegenwirkend; bey starren Körpern Störung des Gleichgewichts zwischen Attractiv- und Repulsivkraft zum Vortheil der letztern.

§. 70.

Die zweyte mit der Verdichtung gleichzeitige Wirkung des Drucks ist Temperaturerhöhung. Auch dieser Erfahrungssatz gründet sich auf unläugbare Versuche, worüber man, ausser dem von mir beygebrachten, die Bemühungen der Hrn. Dalton, Northmore, Hall, Rumford, Berthollet, Gay-Lussac, u. a. m. in Gilberts Annalen, und in andern physikalischen Zeitschriften, nachlesen kann.

Was hiebey ganz vorzüglich unsere Aufmerksamkeit verdient, ist der bisher so wenig gewürdigte Umstand, daß diese Temperaturerhöhung ohne aussere Mittheilung des Wärmestoffs vor sich geht, und ausschliesslich dem im Körper bereits vorhandenen zugehört, mithin von der gewöhnlichen Art, Körper zu erwärmen, wesentlich verschieden ist. Jeder Körper enthält, nach unseren Begriffen, freyen und gebundenen Wärmestoff; durch zusammendrücken wird er nach Maasse des Drucks frey, und so wie jener gleichzeitig mit der Substanz verdichtet; hiemit gesteigerte Spannung, vermehrtes Streben nach Ausdehnung. Die Materie wird durch aussere Kraft daran gehindert, dem Wärmestoff widersteht nichts; er durchdringt die Hülle, und verbreitet sich im Raum, wie uns das Gefühl und das Thermometer sagen.

Sollten zwey so ganz verschiedene Erwärmungsarten nicht auch in ihren Folgen und Wirkungen verschieden seyn? Bey Durchgehung der in gegenwärtigem Abschnitt beygebrachten Erfahrungen wird man mehrere Bestätigungen dieser Muthmassung finden. Die innere Erwärmung muß in vielen Fällen kräftiger auf die Bestandtheile des Körpers wirken, als die aussere, und sie muß im Innern Veränderungen hervorbringen, die wir weder voraussehen, noch gewahr werden. — Zersetzungen eigener Art. Schon unser Körper liefert uns hievon Beweise; er lebt und wirkt durch die im Innern entwickelte Wärme.

§. 71.

Die dritte aus dem Druck, und zugleich aus der Temperaturerhöhung hervorgehende Wirkung ist die Zersetzung der comprimierten Substanz; daher alle künstlichen Präparate

welche durch äussere Wärme verpuffen, auch mittelst Druck und Schlag platzen, leichtverbrennliche Körper in Flamme ausbrechen oder verkohlt werden, unverbrennliche sich bis zum glühen erhitzen, vorzüglich wenn Druck mit Bewegung verbunden ist.

Die übrigen Folgen des Drucks auf die Körper übergehe ich, weil hier nur vom Leuchten die Rede ist; dieses aber lässt sich auf die Phosphorescenz durch äussere Temperaturerhöhung zurückführen, worauf ich Kürze halber verweise (S. 252 — 248, und 254 — 266.) Kommen auch hier und dort einige Anomalien vor, wie es bey zwey so ganz verschiedenen Erwärmungsarten seyn muß, so lassen sie sich ausgleichen, wenn man alle Umstände in Betracht zieht.

§. 72.

Bey allen Klassen der Körper (permanentelastischen, tropfbarflüssigen, starren,) zeigt sich ein auffallender Unterschied zwischen allmählichen und raschen Druck, zwischen einem einfachen und schnell wiederholten Schlag, zwischen ruhenden, und mit Bewegung verbundenen Druck. Dem bereits §. 7. beygebrachten füge ich noch folgendes an. Starre Körper, selbst in Pulverform, besitzen immer einige Federkraft; das schnell abwechselnde Verengen und Erweitern der Körpertheilchen, so wie des Wärmestoffs, das Ansammeln dieses letztern um die comprimierten Moleculn, die im Innern sowohl, als auf den Berührungsflächen in's Gedräng kommende Luft, u. s. f. vermehren bey schnell wiederholten Schlägen, bey rascher Bewegung, die fühlbare Wärme nach und nach bis zum Glühen und Verbrennen. — Zwischen Schlag und Druck mit Reibung ist auch noch der Unterschied, daß diese sich größtentheils auf die Oberfläche beschränkt, jener hingegen auf die Gesamtmasse wirkt. Ein kräftiger Schlag erregt zwar auf einen Augenblick ohne Vergleich mehr Wärme als eine vorübergehende Reibung; allein wir bemerken sie nicht; hiezu wäre nothwendig, daß sie im Augenblick der Entwicklung selbst, aus dem Innern auf die Oberfläche hervorträtte, was nur zum Theil geschieht. Dennoch leuchten Luft, Wasser, die mineralischen Pulver, und dergl. in der Compressionspumpe schon beym ersten Stoss. Wollte man zu diesen Versuchen eine grosse Münzpresse anwenden, so würden sich ganz ausserordentliche Erscheinungen darstellen; zum Theil auch deswegen, weil hier der Druck nach dem Schlage noch fortdauert; dieses leistet einigermassen die Reibung bey wiederkehrenden Flächen, als ein schnell und oft wiederholter Schlag auf dieselbe Stelle. Hiezu rechne man die vermöge der gleichzeitigen Zersetzung (§. 71.) freygewordene Wärme, und das Phänomen mit allen Neben Umständen ist erklärt.

Weicht der Körper dem Druck nicht, oder nur namentlich und langsam, so erfolgt weder Wärme, noch Licht, noch Zersetzung. Die Grundfesten der ägyptischen Pyramiden, der Obeliskn, des Vatican in Rom, u. dergl. halten einen bewundernswürdigen Druck seit vielen Jahrhunderten ohne bemerkbare Folgen aus. Gäben sie auf einen Augenblick nach, so würde Feuer aus der Erde auflodern.

§. 73.

Streng genommen ist *das Leuchten durch reinen Druck nur dem Flüssigen eigen* (bey starren, federharten Körpern reichen unsere Kräfte nicht hin;) hiemit steht das eigentliche Compressionslicht mit dem Grade der Flüssigkeit, und diese mit der Quantität des hiezu verbrauchten Wärmestoffs in geradem Verhältniß — wenigstens bey einer und derselben Substanz, nicht so bey heterogenen, wenn man Wärme von Licht unterscheidet. Daher schicken sich zu diesen Versuchen die Luftarten am besten, die tropfbaren Flüssigkeiten weniger, starre Fossilien gar nicht, ausser wenn man sie in Pulyer verwandelt; auch dann bleibt es noch zweifelhaft, wem ihr Compressionslicht angehört, ob der eingemengten Luft, oder dem Bruch der feinen Körpertheilchen, oder ihrer Verdichtung.

§. 74.

Könnte man Flüssigkeiten augenblicklich starr machen, so müßte diese rasche Formänderung stets mit einem blendenden Lichtausbruch begleitet seyn — das entgegengesetzte des Lichtplitzes, den man am Silberkorn im Probierofen bemerkt. — Hieraus läßt sich die paradoxe Frage beantworten, die Ritter in seinen Fragmenten (u. 236.) stellt: „Wird ein Körper der bey der gewöhnlichen Temperatur eben aufgehört hat zu glühen, von neuem zu glühen, zu leuchten, anfangen, wenn man ihn in sehr starke (künstliche) Kälte bringt? — Der Theorie nach wohl auf einen Augenblick, allein für uns unausführbar. Vielleicht ist das Leuchten der Salzauflösungen, wenn sie zu Crystallen anschiefen, ein Condensations-

licht. — Dieser unterrichte ich die Folgen des durch sarsie Kraft bey dem Druck. — war nicht zweydeutig, und es ergab sich der allgemeine Erfahrungssatz: daß durch Druck aus allen Körpern, welche einer Verdichtung fähig sind, Wärme und Licht entwickelt werden kann. Es ist sehr natürlich, zu fragen was wohl durch ein gerade entgegengesetztes Verhalten durch schnelle Ausdehnung und Verdünnung derselben Körper geschehen werde? Die Theorie antwortet: das Entgegengesetzte — also Kälte und Finsterniß? — Hiemit stimmt auch die Erfahrung zum Theil überein; denn wir wissen, daß mechanische Rarefaction der Luftarten und der Dämpfe, das Uebergehen des Starren, des Tropfbaren, des Dampfartigen in Gasgestalt immer mit Temperatur-Erniedrigung, mit Abnahme der Wärme verbunden ist. Allein rückichtlich des Licht-Phänomens bleiben wir im Unwissen. Das Winbücksenlicht begünstiget sogar die Meynung, daß auch aus schnellverdünntem Luft-Licht entzünden könne. Ich habe diesen stilligen Punkt dort erörtert, wo es eigentlich hingehört — bey der Condensationstheorie §. 12. n. 1. — habe ich mich bemühet, die Beobachtung aufzudecken, und wie ich hoffe, begreiflich gemacht, daß es ausser unsern schon beschriebenen Wirkungsarten liegt einen überzeugenden Versuch für obige Meynung zu veranstalten (§. 35.) daß aber viele andere Erfahrungen dagegen sprechen.

ZWEITER ABSCHNITT.

Licht durch Bruch, ohne Reibung und ohne merklichen Druck.

Trennungs-Licht.

Vorerrinerung.

Bisher untersuchte ich die Folgen des durch äussere Kraft bewirkten Drucks. Der-Erfolg war nicht zweydeutig, und es ergab sich der allgemeine Erfahrungssatz: *dass durch Druck aus allen Körpern, welche einer Verdichtung fähig sind, Wärme und Licht entwickelt werden kann.*

Es ist sehr natürlich, zu fragen, was wohl durch ein gerade entgegengesetztes Verfahren, durch *schnelle Ausdehnung und Verdünnung derselben Körper*, geschehen werde? Die Theorie antwortet: *das Entgegengesetzte* — also *Kälte und Finsternis*? — — Hiemit stimmt auch die Erfahrung zum Theil überein; denn wir wissen, dass mechanische Rarefaction der Luftarten und der Dämpfe, dass Uebergang des Starren, des Tropfbarflüssigen, des Dampförmigen in Gasgestalt immer mit Temperatur-Erniedrigung, mit Wärmebindung begleitet ist. Allein rücksichtlich des Licht-Phänomens bleiben wir im Ungewissen. Das Windbüchsenlicht begünstigt sogar die Meynung, dass auch aus schnellverdünnter Luft Licht entspringen könne. Ich habe diesen strittigen Punkt dort erläutert, wo er eigentlich hingehört — beym Condensationslicht §. 12. u. f. — habe ~~ich~~ mich bemühet, die Täuschung aufzudecken, und wie ich hoffe, begreiflich gemacht, dass es ausser unserem sehr beschränkten Wirkungskreis liegt, einen überzeugenden Versuch für obige Meynung zu veranstalten, (§. 55. 56;) dass aber viele andere Erfahrungen dagegen sprechen.

Noch weniger geht so etwas mit Wasser an, am wenigsten mit starren Körpern. Hier haben die Begriffe von augenblicklicher Verdünnung und Raumerweiterung nicht mehr Platz, und es bleibt uns in der Ausübung nur partielle Trennung, der Masse, oder Zerstückelung übrig.

Hiemit giebt es für uns zur Zeit noch kein eigentliches Rarefactionslicht, weder aus der Theorie, noch aus der Erfahrung, das weitere wird die Zukunft lehren. Bey permanentelastischen, und bey tropfbaren Flüssigkeiten läßt sich also nichts mehr erzwecken, was auf meinen Gegenstand Bezug hätte, bey starren Körpern hingegen noch sehr viel; denn sind diese gleich keiner eigentlichen (verdünnenden) Ausdehnung fähig, so kann man doch den Zusammenhang ihrer Theile auf mancherley Art aufheben, und zerstören, d. i. der Cohäsionskraft mit Erfolg entgegenwirken, wobey sich gar oft sehr schöne Lichterscheinungen zeigen, was den Stoß zu folgenden zwey Abschnitten liefern wird.

§. 76.

Alle mechanische Theilungsarten, so verschieden sie auch seyn mögen, zerfallen, in Bezug auf Phosphorescenz, in zwey Klassen, nach Beschaffenheit der Richtung (Direction,) mit welcher die äussere Kraft auf den Körper wirkt, nämlich: a) *Trennung durch Zug*, Raum erweiternd, b) *Trennung durch Druck*, Raum vermindern.

Das erste Verfahren begreift in sich das Zerreißen, wie bey einem Strick: das Spalten, wie bey Holz: das Entzweybrechen, wie bey einer Glasröhre; zum zweyten Verfahren gehören das Reiben, Schleifen, Feilen, Sägen, gegeneinander Schlagen, mit dem Hammer Zerstückeln, u. s. f.

Dafs sich zwischen *a* und *b* ein wesentlicher Unterschied vorfinde, fällt von selbst in die Augen. Es ist etwas ganz anderes, ein Stück Holz mit dem Messer spalten, als mit einer Säge entzweyschneiden: es ist etwas anderes, eine Glasröhre zwischen den Händen abbrechen, als auf einer zweyten Glasröhre mattreiben: es ist etwas anderes, von einem Fossil kleine Stücke mit der Hand, oder einem Instrument losmachen, als selbes in einem Mörtel zu Pulver pochen, u. s. f. Zwey so ganz verschiedene Processe müssen auch einzeln und abgesondert behandelt werden, was bisher nicht geschah. — —

§. 77.

Hier sieht also der Naturforscher wiederum ein weites Feld vor sich liegen, das er nach Zeit und Umständen, und gewifs mit Nutzen, bearbeiten kann. Zwar sind nicht alle feste Körper geschickt, jede einzelne Prüfung obiger Reihe auszuhalten; allein man wird immer in den drey gewöhnlichen Reichen der Natur mehrere finden, welche zu allen ohne Ausnahme dienen. Manches Kapitel, vorzüglich des letztern Abschnitts, ist auch schon in etwas bearbeitet, z. B. die Wirkungen der Friction und Collision, andere blieben bis auf ge-

genwärtige Zeit beynahe unberührt. Man erwarte von mir keine vollendete Arbeit; es ist nicht das Werk eines Einzigen. Ich bemühe mich, die Gränzen auszustecken, eine deutliche Uebersicht des Ganzen zu geben, die zerstreuten Erfahrungen zu sammeln, durch Wiederholung zu prüfen, und mit neuen Versuchen zu vermehren; das Mangelhafte mögen andere ergänzen. —

Den Anfang mache ich mit der Zertheilung starrer Körper, welche durch Ziehen, Spalten, und Brechen bewirkt wird, wobey ich den gewaltsamen Druck möglichst vermied, wie schon die allgemeine Aufschrift dieses Abschnitts anzeigt.

Es lag mir viel daran, genau zu bestimmen, ob, bey welchen Körpern, und unter welchen Umständen, durch reinen Zug und Bruch, durch eigentliches Zerreißen und Abbrechen, Licht entsteht; denn da dieses Verfahren dem Verdichten durch äusseren Druck schur gerade, wie es scheint, entgegengesetzt ist, so wäre es sehr merkwürdig, durch zweyerley ganz verschiedene Processe aus den Körpern Licht hervorzulocken. Für die Möglichkeit dieses Erfolges sprachen einige schon früher beobachtete Lichtblitze beym Anschiesen und Brechen künstlicher Krystallisationen, beym sanftesten Reiben und Streichen einiger Mineralien, u. dergl. Allein da sich diese Erscheinungen größtentheils auf chemische Producte einschränken, sehr in's Kleine verfallen, und zum Theil mehrere Erklärungen zulassen, so war es nothwendig, die Körper in ihrem natürlichen Zustand zu prüfen, und die Versuche auf mehrere Substanzen auszudehnen. Hievon handelt das nächstfolgende Kapitel. Um dem Verdacht einer Phosphorescenz durch Temperatur-Erhöhung auszuweichen, wurden die Versuche zur Winterszeit, in einem ungeheizten Zimmer, bey einer Temperatur von 3 bis 5 Gr. Reaum. vorgenommen, was immer gilt, so lang das Gegentheil nicht ausdrücklich bemerkt wird.

ERSTES KAPITEL.

Licht durch Zerreißen, Spalten, und Brechen.

§. 78.

Zerreissen und Spalten verschiedener Körper.

Zum Zerreißen der Körper bediente ich mich des Mufsenbrock'schen Apparats, womit dieser vortrefliche Experimentator die Cohärenz fester Körper untersucht hat. (*Dissert. physic. et geometr. Tab. XIX. fig. 6.*) Es ist begreiflich, daß ich mittelst dieser Anrichtung nur Stricke, Hölzer und Metalle bequem zerreißen konnte. Die Dicke und Stärke der geprüften Materialien wurde in der Art veranstaltet, daß die Cohäsionskraft nie fünf Centner baierischen Gewichts überstieg, obwohl die Maschine ihrer Gröfse und Einrichtung nach Versuche von 15 bis 20 Centner erlaubt hätte.

Geprüft wurden: eine dicke seidene Schnur, ein gewöhnlicher Strick von Hanf, Cylinder von Eichen - Buchen - und Tannen - Holz, Dräthe von Kupfer und Eisen. Allein alle diese Bemühungen liefen fruchtlos ab, und ich bemerkte in keinem Fall eine Spur von Licht, ohngeachtet das Zerreißen nicht allmählig, sondern schnell bewirkt wurde.

Das eigentliche Spalten und Blättern findet nur bey Holz statt; denn das Spalten und Blättern einiger Mineralien kann man füglich zum Bruch rechnen, wo es auch vorkommen wird. Was nun das Holz betrifft, so konnte ich durch Spalten desselben mittelst eines Messers und Keils kein Licht erhalten; ich muß aber zugleich erinnern, daß meine Versuche nicht sehr in's Grosse giengen, und wiederholt zu werden verdienen; denen freylich der Umstand, daß sie im Finstern müssen gemacht werden, manche Hindernisse entgegen setzt — auf Pochwerken gieng es am besten an.

Brechen und Spalten der Fossilien.

§. 79.

Um dieses Brechen bequem und zweckmässig zu verrichten, verschaffte ich mir länglichte Prismen, Cylinder, und Tafelchen von mancherley Mineralien. So lang die Kraft

meiner Armmuskeln hinreichte, brach ich sie mit beyden Händen schnell entzwey; gieng dieses nicht mehr an, so befestigte ich sie in einem hölzernen Schraubstock, um mit beyden Händen nach derselben Richtung drücken zu können. Fossilien, denen ich die schickliche Form nicht geben konnte, zerschlug ich auf der hohlen Hand mit einem hölzernen Hammer. In diesem Fall war zwar der Bruch mit Druck verbunden; allein man weiß, daß bey spröden Körpern, wenn sie nicht im Raum beschränkt sind, der eigentliche Druck sich nur auf den Schlagpunkt beschränkt, und auf das Ganze von sehr geringen Folgen ist, indem sie in Trümmer gehen, ohne den Druck nachzugeben; doch unterscheide ich diese Versuche von den übrigen sorgfältig. Hauptsächlich bemühte ich mich, Fossilien von regelmässigen, Krystallinischen Gefüge mit freyer Hand zu brechen, oder Bruchstücke davon abzulösen.

§. 80.

Fasse ich alles zusammen, was sich aus meinen mannigfaltigen Versuchen ergab, so glaube ich folgende Erfahrungssätze aufstellen zu können:

- a) Nur bey Körpern des Mineralreichs zeigt sich ein Augenblickliches Licht, wenn man sie behende entzwey bricht; nicht bey Holz, nicht bey Knochen, nicht bey Korallen und Muscheln der Schalthiere, u. dergl. so wenigstens fand ich's bis jetzt.
- b) Selbst unter den Mineralien gewähren nur solche bestimmt und unbezweifelt Licht, welche sehr hart und spröde sind, das heisst, welche dem Bruch nicht nachgeben, sondern Augenblicklich in Trümmer gehen.
- c) Hierzu dienen vorzüglich, ja beynahe ausschliesslich, solche, die schon dem Aeusseren nach eine Krystallinische Aggregatform besitzen, und die, wenn man sie theilet, regelmässige Bruchstücke geben.
- d) Die zur Prüfung angewandten Prismen oder Cylinder dürfen nicht zu dünn seyn; sie sollen wenigstens einen halben Zoll im Durchschnitt haben: je dicker, desto besser.
- e) Das Zerstückeln durch Erschütterungen mit dem hölzernen Hammer wirkt ohne Vergleich mehr, als das Entzweybrechen mit den Händen. Ja es scheint mir, daß kein Fossil durch reinen Bruch leuchtet, wenn nicht zugleich Stücke davon abspringen, oder doch im Innern Risse und Spalten entstehen.
- f) Uebrigens bemerkt man bey spröden Mineralien von krystallinischem Gefüge immer ein schwaches, zuweilen auch wohl ein sehr schönes Licht, so oft man mit der Hand, mit dem Messer, mit einer Zange, u. dergl. ein Bruchstück oder eine Schichte davon losmacht, oder sie mit den Händen schnell entzwey bricht.

§. 81.

Gegenwärtige Folgerungen stützen sich auf nachstehende Erfahrungen:

- a) Kein Kalkstein, kein Marmor, noch viel weniger Kalksinter und Tropfsteine, auch

kein inländischer Kalkspath leuchtete durch den einfachen Bruch, weder mit der Hand, noch im Schraubstock, ohngeachtet von jeder Art mehrere Muster geprüft wurden. Manche gaben zwar durch Collision zweyer Stücke einiges Licht, allein dieß gehört nicht hieher.

b) Unter mancherley Alabaster-Tafeln leuchtete nur eine einzige, als sie durch Bruch in mehrere Stücke zersprang. Sie war merklich groß, schön weiß, halbdurchsichtig, im Bruch glänzend, und zimlich hart.

c) Weder der weiche, noch der dichte, ungeformte Flußspath leuchtete, wohl aber der harte, vielfarbige, mit spathartigem Gefüge, wenn ich ihn, nicht in Stängelchen, sondern in Massen zerbrach.

d) Der Schwerspath, von verschiedener Härte und Bildung, blieb dunkel.

e) Eben so wenig glückte es mir mit Alaunschiefer, mit Wetzschiefer, mit natürlicher, und gebrannter Thonerde; auch nicht mit Jaspis.

f) Unter den Thonarten gab der Feldspath mit seinen Unterabtheilungen durch Spalten und Trennen ein Licht; ganz vorzüglich aber zeichnete sich das russische Frauenglas aus. Beym Spalten der Blätter erhält man zuweilen Funken von $\frac{1}{10}$ Zoll Länge, welche von einem zum andern Blatt überspringen. Hr. Nicholson hat dieses vermuthlich zuerst bemerkt.

g) Prismen von Rosenquarz, und Stangen von Bergkrystal nahmen sich bey dem Zerschlagen durch ein helles Licht aus, noch schöner aber durch Zerschlagen auf der Hand mit dem hölzernen Hammer.

h) Ich opferte diesen Versuchen ein geschliffenes Tafelchen vom reinsten Chalcedon auf. Da es sehr dünn war, so konnte ich's zwischen den Händen leicht entzweybrechen, was denn auch mit den dadurch erhaltenen Bruchstücken öfters geschah; allein es leuchtete nie, vermuthlich weil es zu dünn war.

i) Glasröhren von anderthalb - bis zwey Linien im Durchmesser, einzeln oder drey bis vier zugleich zwischen den Händen zerbrochen, leuchteten nicht, wohl aber wenn ich sie entzwey schlug. Dicke Glasröhren gewähren dieses Licht noch besser, wenn sie durch Schlagen Sprünge bekommen, oder in Trümmer gehen. Ich brach massive Glasylinder von fünf Pariser Linien im Durchmesser rasch entzwey, und konnte kein Licht sehen, ohngeachtet kleine Bruchstücke davon absprangen.

k) Die spröden Bologneserfläschchen leuchteten manchmal bey dem Zerspringen; allein das Licht blieb öfter aus, als es sich einstellte.

l) Kein Salzstein, wie man sie aus der Erde gewinnt, leuchtete durch Bruch, selbst nicht, wenn ich sie vorläufig durch die Ofenwärme möglichst trocknete; auch nicht das gewöhnliche Kochsalz, wenn ich es durch Anfeuchten in dicke Cylinder bildete, es erhielt dadurch nie die so nöthige Consistenz; gradirte Substanzen sind viel spröder, leuchten aber durch reinen Bruch dennoch nicht; vom Zucker und anderen Salzen wird weiter unten die Rede seyn.

m) Umsonst bemühte ich mich, aus Stangen-Schwefel, aus Siegelack, und aus Colophonium, durch rasches Brechen im Finstern Licht zu erhalten.

Salze

Aus allen meinen Erfahrungen scheint hervorzugehen, *dass nur solche Fossilien durch Brechen und Spalten Licht geben, welche ausser einem merklichen Grad von Sprödigkeit zugleich eine Krystallinische Bildung haben, und regelmässige Bruchstücke liefern.* Ein Resultat, welches unsere Aufmerksamkeit ganz vorzüglich verdient. — Wer sich hievon durch eigene Versuche überzeugen will, dem empfehle ich vorzugsweis folgende Substanzen:

1. Aus dem Kalkgeschlecht, den gewöhnlichen Flussspath mit spathartigem Gefüge;
2. Aus dem Thongeschlecht, den Krystallinischen, glasigen Feldspath, den Adular von St. Gothhard, den Labradorstein (die nun freylich in das Kieselgeschlecht übertragen worden,) und den russischen Glimmer durch Spalten;
3. Aus dem Talkgeschlecht, den Cyanit, und den glasigen Tremolith;
4. Aus dem Kieselgeschlecht, den Haar- und Glaszeolith, den Rosenquarz aus Baiern, den Hyalit, den Bergkrystall, den Topas, (und wer's vermag, den Diamant.) Der Rosenquarz nimmt sich sehr schön aus.

Das Blättern und Brechen verrichte man, so lang es angeht, mit der Hand, oder mit einem hiezu schicklichen Werkzeug. Erschütterungen durch vorläufiges Schlagen mit einem hölzernen Hammer, durch Fall von einer mässigen Höhe, durch Erhitzen und schnelles Abkühlen im Wasser, machen das Mineral geschickt, dass es sich leichter blättern und trennen lässt, ohne einen Schlag anzuwenden, den ich immer zu vermeiden suchte, so lang es anging.

§. 83.

Zerstückeln der Mineralien, unter dem Hammer und im Mörser.

Es lässt sich erwarten, dass Mineralien, welche bereits durch sanftes Spalten mit der Hand oder einem Instrument leuchten, unter dem Hammer oder der Mörser-Keule ein viel reichlicheres Licht verbreiten werden. Diefs geschieht auch wirklich, und man kann sich kein angenehmeres Schauspiel verschaffen, als wenn man bey vollkommener Dürke, in einem etwas grossen Apotheker-Mörser, Stücke von Flussspath, Tremolit, Adular, Rosenquarz, Bergkrystall, u. dergl. zerpocht. Schönheit und Stärke des Lichts, auch mannigfaltiges Farbenspiel, (anfangs wachsend, und bey dem Uebergang zu grobem Pulver wieder abnehmend) überraschen bey dem ersten Anblick. Von der gelben Blende, den Schwefelkiesen, und dem Melliszucker war diefs längst bekannt; von den Substanzen des vorhergehenden §. war ich zwar vorhinein überzeugt; nichts desto weniger prüfte ich sie im Mörser, um zu erfahren, wie sich Mineralien verhalten würden, denen ich bisher durch Brechen, und Zerschlagen auf der hohlen Hand kein Licht entlocken konnte; und hier bestätigte sich denn die interessante Erfahrung; dass *Mineralien weder unter dem Hammer, noch unter der*

Keule eines geräumigen Mörsers leuchten, wenn sie nicht schon durch sanftes Spalten, und Brechen ein Licht äussern. So blieben z. B. unter dem Hammer der hiesigen Kupfer-schmelze, Kalkspath, Schwerspath, Thonerde, Talk, Blutstein, und Cömentkupfer dunkel, der Flusspath hingegen, und mehrere Steine des Kieselgeschlechts gewährten ein mehr oder minder helles Licht. Im Mörser verhielten sie sich gerade so, *nur darf man sie nicht im Raum beschränken.* Zugleich ergiebt sich hieraus, dass das Stossen und Pochen im *Freien* und im *beschränkten Raum* zwey ganz verschiedene Processe sind, wie sie sich denn auch durch den Erfolg unterscheiden. Wir sahen oben (§. 59.) dass die Pulver aller gesäuerten Kalksteine und vieler anderer Fossilien in der Verdichtungsrohre Licht verbreiten; dasselbe würde auch bey grösseren Stücken erfolgen, wenn man sie in einem allerwärts beschränkten Raum rasch stossen, und zertrümmern wollte; geschieht dieses aber im Freien, so bleiben sie dunkel, weil sie dem Druck ausweichen, und die Eigenschaft durch reinen Bruch zu leuchten, entweder gar nicht, oder in einem geringen Grad besitzen. Nicht minder folgt hieraus, dass das durch Friction entstehende Licht wenigstens zum Theil als ein Licht durch Bruch muss erklärt werden — hievon im dritten Abschnitt. —

Es giebt also Substanzen, welche nur durch Druck und Verdichtung leuchten, z. B. die ausdehnbaren und tropfbaren Flüssigkeiten — es giebt aber bey nahe eben so viele (unter den Fossilien,) welche auch durch Bruch und Trennung der Masse, ohne Temperaturerhöhung, phosphoresciren, und woran weder die Friction noch die Collision einen Antheil haben. Wir sahen dieses so eben bey einigen noch unveränderten Fossilien, jetzt folgen künstliche Zusammensetzungen, welche die obige Eigenschaft gleichfalls, und wie es scheint in einem viel höhern Grad besitzen. Was die Knallsalze unter den Phosphorn durch Druck, das sind die folgenden Substanzen unter den Phosphorn durch Bruch.

ZWEITES KAPITEL.

K r y s t a l l e n - L i c h t.

§. 84.

Man kann zwar alles durch Spalten und Brechen der Mineralien entstehende Licht Krystallen-Licht nennen, weil es sich hauptsächlich bey den Substanzen von krystallinischem Gefüge äussert, unterdessen nehme ich jenen Ausdruck hier im beschränkten Sinn, und begreife darunter die schwachen Licht-Erscheinungen, welche man bey der Bildung einiger Salzkrystalle, bey der Erschütterung bereits gebildeter, und beym Brechen derselben manchmal im Dunkeln bemerkt.

Schwefelsaures Kali.

a) Das Leuchten des Schwefelsauren Kali bemerkte vermuthlich zuerst Hr. Professor Pickel in Würzburg 1785. an einer zum Krystallisiren hingestellten Lauge des vitriolisirten Weinstein; denn als er zu Nachts vorübergieng, sah er auf der Oberfläche, in der Mitte und am Boden des Kessels blitzähnliche Erscheinungen — also Licht während dem Anschiesen der Krystalle; (*Göttlings Taschenbuch*, 1787, S. 55.)

b) Beynahe gleichzeitig machte Hr. Apotheker Schönwald in Elbingen dieselbe Beobachtung. Er löste 1 Th. Küchensalz mit 1 bis 2 Th. vitriolisirten Weinstein in Wasser auf, liess die Auflösung bis zur Bildung eines Häutchens abrauchen, und dann in einer Schale zu Krystallen anschiessen, wobey er im Finstern sah, dass Lichtblitze aus der Auflösung hervorbrachen, und dass die Krystalle selbst leuchteten, wenn er sie mit den Nägeln seiner Finger rieb. (*v. Crells chem. Annal.* 1786. St. 7. S. 50.)

c) Als Hr. Apotheker Schiller eine kalcinirte Salzmischung aus Weinsteinrahm, vitriolisirten Weinstein, und Kochsalz stark zusammenschmelzen, und dann in einem andern Gefäß abkühlen liess, rissen sich beym Abkühlen Blättchen, wohl auch grössere Theile der Krystalle los, und jede solche Trennung war mit einem Funken begleitet. Auch die Lauge obiger Salzmasse verbreitete während dem Anschiesen der Krystalle schöne, von Zeit zu Zeit ausfahrende Lichtblitze. (*Göttling. Taschenb.* 1791. S. 54.)

§. 85.

Ganz vorzüglich beschäftigte sich Herr Giobert in Paris mit der Phosphorescenz des schwefelsauren Kali, die er im Dec. 1788. zuerst wahrnahm, vermuthlich ohne von den frühern Entdeckungen in Deutschland Kenntniss zu haben. Da seine Versuche wissenschaftlich sind, und etwas mehr, als eine blosser Beobachtung durch Zufall enthalten, so verdienen sie eine umständliche Darstellung. (*Journal de Physique*, XXXVI, 256, u. f.; *Gren's J. d. Ph.* II. 473. u. f.)

d) Da er weisse Magnesia im grossen bereiten musste; so hatte er eine beträchtliche Menge Salz aus dem Canal *) mittelst luftsaurem Pflanzenkali zersetzt. Nachdem die Flüssigkeit, selbst durch Kochen, nicht die mindeste Bittersalzerde mehr fallen liess, so liess er sie abdampfen, um das Schwefelsaure Pflanzenkali zu krystallisiren. Als sich das erste Häutchen gebildet hatte, wurde alles bey Seite gesetzt, und erst nach drey Tagen wieder vorgenommen, mehr in der Absicht, die Auflösung wegzuwerfen, als den vitriolisirten Weinstein daraus zu krystallisiren. Hr. G. bemerkte einige bereits gebildete Krystalle, und goß

*) Vermuthlich Meersalz aus dem Canal zwischen England und Frankreich. Die Hrn. Lavoisier und Vogel haben von diesem Seewasser chemische Analysen geliefert, (*Schweiggers Journal*, VIII, 344. u. f.)

sie ab, um die Wirkung des Salzes auf das Kupfer des Gefäßes zu untersuchen, als durch Zufall das Licht im Laboratorium verlosch. Jetzt stand das Innere des Gefäßes in vollem Glanz vor ihm da, der sich zwar bald verlor, aber bey der mindesten Reibung der Krystalle wieder erschien. Man brauchte nur mit einem Stäbchen über die Spitzen der Krystalle *sanft* sonst wegzufahren, um eine beynahe zusammenhangende Lichtmasse zu erhalten; wurde eine Handvoll davon aufgegriffen, und wieder in den Behälter geworfen, so zeigte sich ein bläuliches Licht, wie bey den besten Pyrophorn. Am schönsten nahm sich die Erscheinung aus, wenn das Gefäß erschüttert wurde.

§. 86.

Um über dieses merkwürdige Phänomen Aufklärung zu erhalten, wiederholte Herr Giobert den Versuch öfters unter mancherley Abänderungen, woraus sich folgendes ergab:

a) Die Materie des Gefäßes ändert nichts in der Sache, denn es zeigten sich Krystalle leuchtend in Gefäßen von Kupfer, Messing, Zinn, Fayance und gemeinen Thon.

b) Die Kaliauflösung darf nicht zu stark abgedampft werden, einige Feuchtigkeit ist den Krystallen zum Leuchten schlechterdings nothwendig; das Licht blieb aus, sobald man sie nur mit Löschpapier trocknete;

c) Wurden die leuchtenden Krystalle auch ganz mit der Flüssigkeit übergossen, aus der sie sich bildeten, so dauerte die Erscheinung dennoch fort;

d) Die Krystallisation muß kalt veranstaltet werden.

e) Je mehr Oberfläche die Auflösung der freien Luft darbietet, desto reichlicher ist das Licht.

f) Die Auflösung allein, ohne Krystallen leuchtet nicht.

g) Man konnte weder bey dem Entstehen, noch bey dem Fortdauern dieses Lichts einige Spuren von gewöhnlicher Electricität entdecken.

h) Endlich ergaben sich noch zwey Umstände, welche verdienen näher betrachtet zu werden:

§. 87.

i) *Das Sonnenlicht hat auf diese Phosphoreszenz einen ~~verschiedenen~~ Einfluss.* Nachdem ein beträchtlicher Vorrath des in Wasser aufgelösten Schwefelsauren Kali bis zum ersten Häutchen abgedampft, hierauf in mehrere Gefäße von mancherley Form vertheilt, und an verschiedene Plätze hingestellt worden, ergab sich folgendes:

Die in der Sonne gebildeten Krystalle phosphorescirten ungemein schön: Schwächer die im Schatten, noch Schwächer, wenn die Krystallisation in einem Topf mit enger Oeffnung vor sich gieng, in ganz verschlossenen Gefäßen endlich ergab sich gar kein Licht. Hieraus zieht Hr. Giobert den Schluss, dieses Leuchten gehöre eigentlich dem Sonnen- und Tages-

„licht, nicht aber den Salzkry stallen zu: diese (glaubt er) saugen das Licht bey ihrer Bildung ein, und geben es dann im Dunkeln wieder zurück, wesswegen es auch noch unter Wasser aushält, wie das faule Holz auch unter Wasser leuchtet. Allein ich glaube nicht, daß dieses die wahre, wenigstens nicht die einzige Ursache sey. Es ergiebt sich zwar aus meinen Versuchen (S. 25.,) daß wohlgetrocknete, krystallinische Salze durch Insolation auf einige Secunden zum Leuchten disponirt werden; namentlich hielt der vitriolisirte Weinstein 20 Secunden aus. Allein wie kurz ist dieses Leuchten gegen dem, wovon so eben die Rede war! Ausserdem wird bey der Insolation trockenes Salz, hier feuchtes erfordert: ist jenes Licht verloschen; so muß der Körper neuerdings der Sonne ausgesetzt werden, hier aber genügt eine schwache Reibung im Dunkeln, oder eine sanfte Erschütterung, um es wieder aufzuleben. Daß übrigens das Sonnenlicht auf die Ausdünstung, und auf die Bildung der Salzkry stallen einen mächtigen Einfluß haben, scheint mir aus vielen Erfahrungen erwiesen zu seyn, wie ich in meiner Petersburger-Preisschrift S. 151 bis 158. dargethan habe. Es ist daher möglich, daß das Sonnenlicht diese Phosphorescenz befördert; der Hauptgrund aber liegt in der Zusammensetzung selbst; denn durch Bestrahlung leuchten beynahe alle wohlgetrocknete, krystallinische Salze, ja selbst mit fein zerstoßenen Salzen geht der Versuch noch an, hier aber glückt er nur mit den Kry stallen, und zwar *beynahe einzig mit denen des vitriolisirten Weinstains.*

§. 88.

k) Es ist nämlich sehr sonderbar, daß die Verbindungen des Kali mit anderen Säuren, so wie der Schwefelsäure mit andern Basen, unter ganz ähnlichen Umständen nicht dasselbe Lichtphänomen gewähren. Hr. Giobert machte den Versuch mit Alaun, mit Bittersalz, mit Glaubersalz, und Küchensalz, allein durchaus ohne gewünschten Erfolg. Hangt etwa dieses Leuchten von einer bestimmten Basis ab, so, daß sich vorzüglich das Pflanzenkali hiezu schickt, indem die Schwefelsäure in Verbindung mit Natron, mit Bittererde, und mit Thonerde ohne Wirkung blieb? Oder kömmt es auf die Figur der Kry stallen, auf die Geschwindigkeit ihrer Bildung und auf die stärkere Anziehung der Moleküle an? Alle diese Umstände können auf die Licht-Entwicklung Einfluß haben.

Uebrigens ergiebt sich hieraus doch soviel, daß bey der Bildung, Erschütterung, Reibung, und Brechung einiger Kry stallen Licht im Dunkeln bemerkbar ist; vorzüglich bey dem vitriolisirten Weinstein. Denn es zeigt sich hier ein schwaches Leuchten, erstens bey dem Bilden der Kry stallen (§. 84, a;) also bey dem Uebergang des Flüssigen in den starren Zustand, etwa *Condensationslicht*? Ferner, bey der mindesten Erschütterung und Blätterung der Kry stallen, so wie bey einer sanften Reibung (§. 84. b, c, 85. d.;) also *Lamellen-* und *Frictionslicht*? Endlich bey dem gewöhnlichen Bruch, also Licht durch Trennung durch Ueberwältigung der Cohäsion, *Trennungslicht der Massen.* — Das Phänomen ist immer sehr schön, und auffallend, der schwachen Cohärenz ungeachtet. —

§. 89.

Das Verhalten verschiedener Salzkrystalle.

Alle zu diesen Versuchen gebrauchte Muster waren ausgezeichnet schön, und beträchtlich groß; alle wurden vorläufig durch mässige Ofenwärme langsam getrocknet, und dann im Zimmer aufbewahrt, bis sie auf 14 R. zurückkamen; die Prüfung geschah zu Nachts in einer vollkommenen Dunkele. Bey Aufzählung dieser Salze behalte ich die officinellen Benennungen bey, weil sie bestimmter sind.

a) Krystalle des Tartarus vitriolatus leuchteten nicht nur durch Zerschlagen, sondern auch durch reinen Bruch ohne Druck;

b) Der Tartarus depuratus leuchtete zwar entschieden durch Reiben und Schlagen, durch reinen Bruch hingegen nur zweyfelhaft, und kaum bemerkbar;

c) Blauer Vitriol in grossen Stücken leuchtete weder durch Bruch, noch durch Schlag eben so wenig der grüne, beyde aber durch Reiben am Schleifstein.

d) Auch der Salpeter leuchtete nur am laufenden Schleifstein.

e) Glaubersalz leuchtete nur durch Schlagen, und auch da sehr schwach;

f) Sal gemmae leuchtete sowohl durch Schlagen, als durch Brechen;

g) Alumen crudum nur durch starke Schläge schwach.

h) Sal Seignette leuchtete durch Schlagen gut, durch Brechen nur zweyfelhaft.

i) Der Borax verhielt sich wie der rohe Alaun.

h) Gradirtes Kochsalz in starken Stangen leuchtete nicht, eben so wenig consistentes Küchensalz; hingegen die Salzburger Salzsteine durch gegenseitiges Reiben, und am Schleifstein.

Wir ersehen hieraus, daß sich die Krystalle des vitriolisirten Weinstein auch da wieder vor anderen auszeichnen; hierauf folgt das polnische Steinsalz, der krystallisirte Weinstein, und das Seignette-Salz, wovon einen Hauptbestandtheil gleichfalls der Weinstein ausmacht.

Bey öfterer Wiederholung und Abänderung dieser Versuche fand ich manches Salz späterhin leuchtend, was zuvor dunkel blieb; die Feuchtigkeit hat auf den Erfolg grossen Einfluß. Unter günstigen Umständen leuchten alle natürliche Salzsteine und alle künstliche Salzkrystalle entweder durch reinen Bruch, oder durch Collision, oder durch Reiben. Da nun bey Salien die Cohärenz sehr unbedeutend, mithin auch der Druck von geringer Wirkung ist, so kann man dieses Leuchten ohne Ausnahme zur Phosphorescenz durch Bruch rechnen.

Licht des Mellis- und Candis-Zuckers.

Das Licht, wovon §. 84. u. f. die Rede war, könnte man *Phosphorescenz der Krystallen-Bildung* nennen, indem es sich theils beym wirklichen Entstehen, theils nur bey frisch bereiteten Krystallen äussert; das Licht hingegen des vorigen und des gegenwärtigen *Phosphorescenz längst gebildeter Krystalle*. Jenes hat man zwar bis jetzt noch sehr selten bemerkt, ich glaube aber darum, weil wir unsere Aufmerksamkeit nicht darauf richteten, indem hiezu eine vollkommene Dunkle erfordert wird. Man bekümmert sich wenig darum, was während dem Anschliessen der Krystalle vor sich geht, zufrieden, schöne Krystalle erhalten zu haben. Ausserdem würden sich bey diesem Proceß dem wissbegierigen Materialisten und Fabrikanten manche sehr lehrreiche Erscheinungen darstellen. Auch das Krystallenlicht zweyter Art, welches durch Reiben und Brechen entsteht, wurde bisher, mit Ausnahme des Zuckers, beynahe ganz vernachlässiget.

§. 91.

Beym Leuchten des Hutzuckers durch Friction und Bruch will ich nicht verweilen, weil es eine längst bekannte Erscheinung ist; nur der Umstand verdient bemerkt zu werden, daß bey dem Zerstückeln desselben ein desto reichlicheres Licht ausbricht, je reiner und consistenter derselbe ist; daher giebt der St. Thomaszucker kaum einige Funken, mehr der Mellis, noch mehr der Maderazucker: aus dem Canarien- und St. Domingo Zucker endlich brechen ganze Lichtmassen hervor, wenn der Versuch etwas im Grossen gemacht wird. Um einen reinen Bruch zu erhalten, und Hammer und Messer entbehrlich zu machen, bildete ich aus einem Zuckerhut lange Prismen, welche ich mit den Händen entzweybrach. Je härter und edler der Zucker, je dicker die Prismen, je rascher der Bruch war, desto ergiebiger und auffallender war auch das Licht.

§. 92.

Die Phosphorescenz des Candiszuckers scheint man ganz übersehen zu haben, ohngeachtet er sich viel schöner, als obiger, ausnimmt, und ein reines Leuchten durch Bruch, ohne mindesten Druck, liefert. Ich wählte hiezu acht Zoll lange, und anderthalb Zoll dicke Stangen des reinsten, weissen Candis, welche mit den ausgezeichnetesten Krystallen begrenzt waren, trocknete sie durch Ofenwärme, und prüfte sie bey einer Temperatur 15 R. So oft ich eine solche Stange entzweybrach, erhielt ich ein ergiebiges, augenblickliches Licht. Als ich hierauf einzelne Krystalle davon losmachte, zeigte sich bey jedem Bruch gleichfalls ein Schimmer. Das sonderbare hiebey war, daß dieses Licht mehr einem leuchtenden Dampf,

als einem Blitz ähnlich war, gerade als wenn eine, nur dem Auge bemerkbare, schwache Explosion entstände, oder durch den Bruch ein verbrennliches Gas schnell aufloderte. Es hält schwer sich hierüber deutlich zu erklären, man muß das Phänomen selbst sehen.

Uebrigens sind diese Stubenversuche nur ein schwaches Bild von dem, was man in grossen Canditoreyen zu Nachts sehen kann, wie mich der hiesige Hr. Senator Drexel versicherte, indessen Candis - Raffinerie gewöhnlich zwölf Centner zugleich bereitet werden. Ich war begierig zu erfahren, ob nicht die Zucker - Auflösung bereits beym Anschliessen der Krystalle leuchte. Allein da sich in den grossen kupfernen, mit Fäden durchzogenen Becken die Oberfläche gleich anfangs mit einer undurchsichtigen Kruste überzieht, so kann man nicht sehen, was unter derselben, und im Innern der flüssigen Masse ferner vorgeht.

§. 93.

Leuchten im verdünnten Raum.

Kein Material schickt sich so gut, wie der Candiszucker, das Leuchten durch Bruch im verdünnten Raum der Luftpumpe zu untersuchen. Da sich die einzelnen Krystalle ohne Mühe vom Hauptstamme trennen lassen, und auch dieser sehr leicht entzweygebrochen werden kann, so läuft man keine Gefahr, es möchte während dem Versuche Luft in die Glocke dringen. Mein Aparat ist der bekannte Nolletische, von Brander in Augsburg verbessert. Mit Luftpumpen von Brander und Höschel kann man (des schädlichen Raumes wegen zwischen Hahn und Kolben) die Verdünnung nicht leicht höher bringen, als auf 6 Linien der Barometerprobe, was für den gegenwärtigen Fall hinreichend ist.

Bey dieser Verdünnung zeigte sich das Licht beym Bruch des Candiszuckers so gut, ja noch schöner als im Freien, sowohl bey ganzen Stücken als bey einzelnen Krystallen; mit jedem Bruch der Krystallen ergab sich ein kegelförmiger, ausgebreiteter Lichtbüschel, grösser und heller als im Freien. Ich nehme keinen Anstand, diesen Erfolg auch auf den Rosenquarz den Bergkrystall, die leuchtenden Salzkryrstalle, und überhaupt auf alle durch reinen Bruch im freien leuchtende Substanzen auszudehnen. — *Reine Lichtphänomene hängen nicht vom Daseyn der umgebenden Luft ab.* Der Feuerstein mit Stahl gerieben leuchtet auch noch in sehr verdünntem Raum, auch in reinem Kohlensauren Gas; ersteres fand Hauksbee, letzteres Davy: das Licht erfolgt hiebey desto reichlicher, je dünner der Feuerstein ist, d. h. je mehr Bruchstücke abspringen, aber die abgerissenen Stahlstückelchen leuchten (verbrennen,) nicht mehr; sondern man bemerkt nur einen schwachen weisslichten Lichtstreifen am geriebenen Stein. (*Hauksbee Exper. T. I. pag. 158.*) Glas mit Glas unter dem Recipienten gerieben verbreitet ein selbst bey Tag bemerkbares Licht (*a. a. O. S. 160.;*) doch hiervon im dritten Abschnitt.

Leuchten des Eises.

Wird wohl Eis mit Eis gerieben, oder in Massen gebrochen im Dunkeln leuchten? Fragte ich mich oft während meiner Untersuchungen über die durch mechanisches Verfahren erregte Phosphorescenz der Körper; und ich erwartete den Winter von 1808. mit Ungeduld, um den Versuch gehörig zu machen. Meiner Meinung nach sollte dieses mit Eis so gut angehen, als mit den natürlichen Salzsteinen und Salzkristallen, welche theils durch Bruch, theils durch Friction leuchten; so gut, als mit Rosenquarz und Bergcrystall, welche selbst unter eiskaltem Wasser gerieben noch sehr schön phosphoresciren, in der Voraussetzung nämlich, daß dieses Licht nicht Folge des Drucks, sondern hauptsächlich des Bruchs ist, wovon ich mich bereits überzeugt hatte; nur müßte der Versuch mit sehr trockenem Eis, mithin im Freien bey strenger Kälte vorgenommen werden. Ich befolgte diese Maasregeln, so gut es die Jahreszeit erlaubte, und wiederhole nun den Versuch mit jedem Winter; allein noch immer ohne gewünschten Erfolg. So gieng es auch Hrn. Macquer, welcher hiezu den kalten Winter von 1776 benutzte, bey einer Kälte von 16 R. „Indessen (setzt er sehr weislich hinzu) hat mir's immer geschienen, daß das Eis eben diese leuchtende Erscheinung geben würde, wenn es bey einer ausserordentlichen Kälte, wie z. B. bey welcher das Quecksilber fest wird, eine weit stärkere Härte annehmen könnte; (*Chem. Wörterb. IV, 580. der 2ten Auflage von Leonhardi*;) auch ich habe daran noch nicht ganz verzweifelt, man muß nur die günstigste Gelegenheit abwarten, die sich bey uns nur selten darbiethet.

Was der Mensch nicht vermag, das bringt die Natur zu Stande. Hr. Gillet-Lamont versichert, bey einem Eisgange der Seine an den Pfeilern der Brücke de la Tournelle zu Paris grosse Lichtbüchsel bemerkt zu haben, die man freylich den Quatersteinen der Brückenpfeiler so gut als den Eismassen zueignen könnte; allein nach seiner Beschreibung zu urtheilen, war es Eislicht (*J. d. Phys. XI, 101.*) Hr. Prof. Weber in Dillingen versichert, beym Eisgang der Donau von 1795. dieses Licht auch ohne Stofs an fremde Körper beobachtet zu haben. (*Gilb. Annal. XI. 552.*) Ebenso vermuthet Hr. Olof Wasserström, das Leuchten der See in den nördlichen Meeren Schwedens entstehe nicht selten aus kleinen und sehr dünnen Eisnadeln, welche die Oberfläche der See beynahe überdecken, und durch die Bewegung des Wassers zerbrochen werden. Er fand, daß die Eisklumpen, wenn sie aus den Ebenen von Eis ausgeschlagen werden, ein Licht zeugten, und daß das Seewasser einen Schimmer verbreitete, so oft es in den Oeffnungen des Eises untereinander gerührt wurde. (*Schwed. Abhandl. 1798.*)

Ueberhaupts versichern die Seefahrer, das Leuchten des Treibeises im Meere häufig beobachtet zu haben. Sie schreiben zwar dieses Licht dem Holz zu, welches zugleich mittreibt; wie unwahrscheinlich aber dieses, bey nassem Holz, ist, sieht jeder leicht ein, der mit der Phosphorescenz durch Reiben bekannt ist.

§. 96.

Das Leuchten der Zinkblumen.

Um nichts zu übergehen, was auf meinen Gegenstand einigen Bezug hat, führe ich hier auch das Leuchten frisch bereiteter Zinkblumen an. Hr. Lassone, der sich ehemals mit der Untersuchung des Zinkes viel beschäftigt hat, giebt uns eine umständliche Beschreibung hievon in den *Pariser Abhandl. von 1772. I. Th. S. 30.* Als er Zinkblumen im Grossen bereitete, dann in ein flaches Gefäß ausgoß, und nach vollendeter Arbeit, an einem finstern Ort betrachtete, erschienen sie ihm glühend hell. Dieses Licht entwickelte sich noch reichlicher, wenn er die Zinkblumen mit einem Spatel umrührte; die ganze Masse schien von Licht durchdrungen, und das Schauspiel dauerte eine volle Stunde.

Die phosphorische Eigenschaft der Zinkoxyde ist bekanntlich sehr groß. Von ihrer Phosphorescenz durch Insolation geschieht §. 28, durch äussere Temperaturerhöhung §. 170. Meldung: das Leuchten der gelben Scharfenberger — Blende und des Obenfruchs durch Reiben und Zerstückeln darf ich hier als bekannt voraussetzen; allein dieß alles genügt noch nicht, gegenwärtiges über eine Stunde fortdauerndes Leuchten zu erklären. Es war sehr wahrscheinlich ein schwaches Verbrennen des noch nicht ganz oxydirten Metalls, dem langsamen Verbrennen des Stangenphosphors ähnlich, hiemit weder zum Krystallen — noch zum Trennungslicht gehörig. Hieraus erklärt sich's zum Theil, warum der Versuch andern nicht gelingen wollte. (*Göttling's Taschenbuch 1791, S. 25.*). Ausser einem schwächern Grad der Oxydation mag es auch darauf ankommen, daß man mehr im Grossen arbeitet.

Wir sehen hier ein Beyspiel einer Phosphorescenz, welche mit jener des schwefelsauren Kali einige Aehnlichkeit hat, indem beyde durch Bewegung und durch Rütteln merklich erhöht wurden; dennoch beruhen beyde auf ganz verschiedenen Gründen. Bey künstlichen Präparaten stößt man gar oft auf solche Fälle; und man läuft Gefahr einen Fehlschuss zu machen, d. h. dem Reiben und Brechen zuzuschreiben, was eigentlich ein Leuchten durch Temperaturerhöhung, oder ein schwaches Verbrennen ist, wie sich's vorzüglich bey phosphorsauren und salzsauren Verbindungen zeigt. Hievon wird zu Ende des dritten Abschnitts die Rede seyn, nachdem ich die Lichterscheinungen durch die eigentliche Friction werde durchgegangen haben.

DRITTES KAPITEL.

Wahrscheinliche Ursache dieser Phosphorescenz.

§. 97.

Werfen wir nun einen Blick auf das in den vorigen zwey Kapiteln vorgebrachte zurück, so ergiebt sich der Schlufs, dafs bey Behandlung der Mineralien wirklich Fälle vorkommen, wo durch reinen Bruch derselben Licht entsteht. Zwar sind diese Fälle etwas selten, doch zahlreich genug, um den Erfahrungssatz über allen Zweifel zu erheben. Setzen wir auch alle Versuche, wobey einiger Druck und Schlag, eine schwache Reibung oder vorläufige Erwärmung angewandt wurde, als zweyfelhaft bey Seite, so bleibt uns das Leuchten bey'm Flusspath, Adular, glasigen Tremolith, Bergkrystall in Gruppen, Rosenquarz, russischen Glimmer, Mellis und Candiszucker, vitriolisirten Weinstein und mehreren Salzcrystallen als ein Licht durch eigentlichen Bruch und Blättern übrig. Da sich nun einige dieser Substanzen noch in ihrem natürlichen Zustand befanden, andere durch die Kunst gebildet wurden, so glaube ich mich berechtigt, den Erfahrungssatz aufstellen zu dürfen, *dafs es im Mineralreich mehrere sowohl natürliche, als künstliche Verbindungen giebt, welche durch reinen Bruch und rasche Trennung, das ist, ganz allein durch Aufhebung der Cohärenz ihrer Massentheile einen augenblicklichen Lichtschimmer verbreiten, oder phosphoresciren.* Hiemit giebt es eine Phosphorescenz ohne Insolation, ohne äussere oder innere Erwärmung, ohne Druck und Reiben, ohne chemische Mischung, ohne Verbrennung und Verwesung, ein wahres Naturgeheimnifs, ein schwer zu lösendes Räthsel! Was ich in dieser Absicht vorbringe, sind im Grunde nur Muthmassungen, und Fingerzeige einer künftigen Erklärung.

§. 98.

Zuerst kann man fragen, ob es wohl möglich ist, einen Körper ohne allen Druck zu brechen, und ohne Reibung zu spalten? Bey Fossilien, z. B. bey Rosenquarz, Tremolith, Bergkrystall, ja selbst bey den Salien, scheint so etwas schwer zu bewerkstelligen zu seyn. Zug einerseits bewirkt Druck auf der entgegengesetzten Seite, oder etwas ähnliches, wie's bey'm Beugen einer Degenklinge, bey'm Spalten des Holzes auffällt; hiemit könnte jenes schwache Leuchten eine Wirkung des Drucks oder der Reibung seyn. Allein bedenken wir einerseits, welche Kraft erfordert wird, um mineralische im Raum beschrenkte Pulver durch Druck leuchtend zu machen (§. 56. u. f.) hauptsächlich aber, dafs kein Fossil weder durch Druck, noch durch Reibung allein, ohne Bruch, im freien Raum leuchtet, so fällt dieser Zweifel weg. Auch läfst sich bey'm Blättern des russischen Glimmers, bey'm Absondern einzelner Krystalle des Candiszuckers, und bey'm ächten Krystallenlicht an Druck und Reibung nicht wohl denken.

§. 99.

Bey sehr spröden Fossilien, z. B. bey Diamant, Topas, Rosenquarz, u. dergl. könnte man vermuthen, das Licht entstehe aus der schnell in die Spalte stürzenden Luft, gerade wie bey'm Zerspringen der Luftpumpen - Glocke, oder bey'm Platzen der über einen hohlen Cylinder gespannten Blase (§. 13. u. f.) — also Licht durch schnelles Drücken der Luft, oder Luftpumpenlicht, wie ich es nannte. Allein die Versuche in merklich verdünnter Luft (§. 95.) scheinen dieser Voraussetzung zu widersprechen. Ausserdem paßt diese Erklärung nicht auf das Leuchten schwach cohärender Substanzen, z. B. des Zuckers, des schwefelsauren Kali, des Glimmers. Wir müssen also bey der Erklärung dieses Phänomens auf die Beschaffenheit, und auf den Bau der leuchtenden Körper selbst Rücksicht nehmen, wozu folgende Bemerkungen dienen können.

§. 100.

Das Ursprünglichausdehnbare strebt seiner Natur nach stets nach Ausdehnung; ihr gegenüber steht Verdichtung durch Druck, dem Streben des Ausdehnbaren schnurgerad entgegengesetzt. Ohne Verdichtung erfolgt hier kein Licht, durch schnelle Verdichtung zuverlässig eines, als nächste Folge des Conflicts entgegengesetzter Kräfte. Was der Substanz die Ausdehnung gab (der Warmestoff,) entweicht dabey, und mit ihm der von seinen Banden freygemachte Lichtstoff — eine Folge der durch Druck bewirkten Zersetzung. —

Das Ursprünglich starre (wenn ich Quarz u. dergl. so nennen darf) strebt seiner Natur nach stets nach Zusammentretten, nach Cohärenz und Festigkeit; ihr gegenüber steht Trennung, Entfernung der Massentheile durch Zug und Bruch, dem Streben des starren schnurgerad zuwider. Ohne Trennung erfolgt hier kein Licht, durch raschen Zug und Bruch sehr häufig, als nächste Folge des Conflicts entgegengesetzter Kräfte. Was der Substanz die Cohäsion gab, entweicht dabey, und mit ihm der von seinen Banden freygemachte Lichtstoff — eine Folge der durch Zug bewirkten Trennung (so zu sagen mechanischer Zersetzung.) — *)

§. 101.

Was giebt nun aber den Körpern Cohärenz, und starre Form? Etwas muß doch seyn — bey mancher Klasse der Körper zuverlässig. — Bey derselben äussern Temperatur, bey

*) Ich weiß wohl, daß es keinen ursprünglich starren Körper giebt; doch ist es erlaubt, Körpern, welche nie unter einer andern Gestalt vorkommen, jenes Praedicat beyzulegen, zum Beispiel dem Diamant und andern mehr.

(wenigstens denkbar,) derselben specifischen Wärme ist und bleibt Luft permanentelastisch, Wasser tropfbar flüssig, Quarz starr und spröde. Wäre dieses Etwas der Lichtstoff selbst, so hätten wir das Trennungslicht bey den Fossilien erklärt; nur müßten in dieser Voraussetzung alle starre Fossilien durch Bruch leuchten, was aus der Erfahrung nicht hervorgeht; vielleicht aber nur darum nicht, weil es unzählige Abstufungen der Phosphoreszenz giebt,) und unser Auge durch die niedrigsten Stufen nicht bemerkbar gereizt wird. Dafs der Lichtstoff mit den Körpern der organischen Natur, so lang sie vegetiren und leben, als Bestandtheil in Verbindung tritt, ja dafs er selbst die Stelle eines Bindungsmittels vertritt, habe ich in meiner Petersburger Preisschrift aus Thatsachen erwiesen; hier nur eine Stelle (a. a. O. S. 70.): „Der aus dem Samen hervortretende Keim soll zur Pflanze, zum Gesträuche, zum Baum erwachsen, soll das werden, was eine hundertjährige Eiche in ihrer vollen Kraft ist. Wie viele Stoffe muß sich die zarte Pflanze nicht aneignen, bis sie sich zu jener Riesengrösse empor schwingt, bis sie das wird, was sie wirklich ist! Der Kohlenstoff und der Wasserstoff müssen in eine starre Substanz umgeschaffen werden: Die Säfte müssen sich zu Harz und Oel verdichten: Es muß ein fester mit Flüssigkeiten vermischter Körper entstehen, den wir im eigentlichen Sinne verbrennlich nennen — und nun das Bindungsmittel, alle diese Stoffe zu vereinigen? das Licht.“ —

Hievon liegt der Beweis am Tage. Alle an finstern Orten wachsende Pflanzen enthalten blofs Schleim, der ohne Lichtausbruch verbrennt; keine erhält Festigkeit, Farbe, und den gehörigen Wuchs, weil ihnen das Licht fehlt. Wäre es erlaubt, diesen Schluss auf das Mineralreich auszudehnen, so wäre mein Satz erwiesen; dürfte man den Lichtstoff als das allgemeine Bindungsmittel starrer Körper betrachten, so dürfte es bey aufgehobener Bindung entweichen, hiemit dem Auge sichtbar werden, falls der Ausbruch nicht zu schwach ist. Ganz leer und ohne allen Grund kann dieser Gedanke wohl nicht seyn — wir wollen ihn noch weiter verfolgen, und auf die Krystalle anwenden.

§. 102.

Aus meinen Erfahrungen (§. 80 — 83.) zeigt sich offenbar, dafs diejenigen Fossilien durch eigentlichen Bruch am besten leuchten, welche ein krystallinisches Gefüge haben — also die Krystallform befördert diesen Lichtausbruch. — Was giebt aber dem Aufgelösten diese Form? Wiederum eine qualitas occulta, wie alle von uns angenommene Naturkräfte von Neutons allgemeiner Gravitation bis auf die Verwandtschaft der Säuren zu den Alkalien herab.

Um das Gefrieren des Wassers, den Uebergang des Flüssigen in den starren Zustand zu erklären, braucht man eben keinen Kältestoff; dafs sich aber Krystallen von bestimmter Figur bilden, folgt aus dem Entweichen des Wärmestoffs nicht; hier wirkt also noch Etwas. — Alles strebt nach einer bestimmten Form, und erhält sie auch (äussere Störungen weggedacht) — aber mit welchen Modifikationen! Kein Individuum in der gesammten Körperwelt dem andern vollkommen ähnlich! Doch wir wollen nicht zu weit ausschweifen.

So viel ist gewiß, daß die mannigfaltigen und bestimmt ausgesprochenen Krystallformen der Salien und Fossilien auf einem eigenen Grund beruhen, und eine nach bestimmten Gesetzen wirkende Anziehungskraft voraussetzen, sich unterscheidend von der allgemeinen Gravitation, und von der speciellen Wahl-Anziehung. Da nun gerade diese Körper durch Bruch am schönsten leuchten, so muß die Phosphorescenz durch Trennung mit der Krystallform, vermuthlich auch mit der Krystallisationskraft in Verbindung stehen.

Es ist aber die Krystallisation weiter nichts als eine Reihung und Cohärenz der Materie in bestimmten Lagen und Formen; wo sich nun das Streben und die Richtung der Cohäsionskraft deutlicher ausspricht, da müssen sich auch die Folgen der aufgehobenen Cohäsion auffallender zeigen; daher das ausgezeichnete Licht bey Bruch und Spaltung der Salzkryrstalle und erdigen Fossilien. Mithin wäre die Phosphorescenz durch Trennung und Bruch eine Folge der schnell aufgehobenen Cohäsion, eine sichtbare Entweichung des Bindungsmittels, das zugleich Lichtstoff mit sich entführt, wenn dieser nicht etwa das Bindungsmittel selbst ist. Dieser Erfolg ist bey Fossilien von krystallinischem Gefüge darum sichtbarer, weil sich hier die Kraft des Bandes bestimmter ausdrückt.

Bey manchen Salzkryrstallen zeigt sich das Trennungslicht noch viel schöner, weil dieser Stoff schon auf ihre Bildung einen entschiedenen Einfluß hat, wie ich anderswo erwiesen habe; (*Preisschrift S. 150 — 158.*) Beym Anschiesen der Krystalle wird Licht gebunden, bey Zerstörung derselben wieder frey, wenn anders der Bildungs-Process bey Tage oder gar im Sonnenschein gemacht wird; denn daß sich auch im Finstern Krystallisationen und chemische Vegetationen ergeben, weiß jedermann; daß sie sich aber von den Lichtkrystallisationen unterscheiden, hat man übersehen. Auch des Hrn. Giobert Erfahrungen mit Schwefelsauren Kali liefern einen Beweis (§. 87.) Das Licht bey der wirklichen Bildung einiger Krystallisationen müßte man anders erklären. Jenes Licht gehört vielmehr dem Trennen, als dem Bilden der Lamellen zu; dieses aber ist Condensationslicht bey dem raschen Uebergang des liquiden in den starren Zustand. Ich habe also Ursache, die Phosphorescenz durch reinen Bruch ein Cohäsionslicht, ein Krystallisationslicht zu nennen; sey es übrigens, was es wolle.

§. 103.

Vielleicht ist es electrischer Natur, wie folgende Bemerkungen wahrscheinlich machen:

a) Schon Wilson bemerkte Zeichen der entgegengesetzten Electricität, wenn er trocknes und erwärmtes Holz schnell spaltete. Dasselbe ergiebt sich noch viel bestimmter bey dem Entzweybrechen von Siegellack, Schwefel, Bernstein, Glasstangen, u. dergl. Trifft so etwas vielleicht auch bey den Fossilien und Salien zu? Daß die Bruchflächen nicht immer anziehende Electricität aussern, liesse sich zum Theil aus der zu schnellen Ableitung erklären; bey dem wirklichen Act des Brechens war sie stark genug, ein schwaches Licht zu verbreiten. Ist etwa dieser Funken die Folge der sogleich wieder aufgehobenen Polarität entgegengesetz-



ter Electricitäten? Ist er der Act der Indifferenzirung selbst? Nur scheint es sonderbar, daß gerade diejenigen Körper, welche durch Brechen unverkennbare Zeichen der Electricität am Electrometer aussern, durch Bruch nicht leuchten (wenigstens war's mir, ungeachtet aller Bemühungen unmöglich, aus den genannten Substanzen durch Bruch Licht zu erhalten;) und daß im Gegentheil Körper, welche durch Bruch leuchten, das Electrometer nicht affiziren. Könnte man diesen scheinbaren Widerspruch nicht auf folgende Art ausgleichen?

Gesetzt, das seiner Natur nach noch so wenig gekannte Wesen, das wir Electricität nennen, bestehe aus einer eigenen Basis und dem Lichtstoff, und es werde durch Erregung in seine Bestandtheile zerlegt; so ist es ja möglich, daß sich von den zwey Bestandtheilen bald dieser, bald jener einzeln durch eigene Wirkungen aussert, der andere hingegen unemerkt bleibt. Die Anwendung auf unseren Fall ist leicht, und ich verweile jetzt nicht dabey, weil ich im dritten Abschnitt umständlich davon handeln werde.

§. 104.

Im allgemeinen bemerke ich noch folgendes:

a) Es ist aus unläugbaren Thatsachen längst erwiesen, daß bey Krystallbildungen, bey Uebergängen des Luftartigen, und des Tropfbarflüssigen in den starren Zustand Electricität erscheint, und wie ich glaube thätig mitwirkt.

b) Bey manchen krystallinischen Substanzen, namentlich bey'm Turmalin und Boracit, sind nach Häüy die electrischen Erscheinungen sogar an gewisse Krystallformen gebunden.

c) Es ist einseitig und mangelhaft, den electrischen Stoff nur dort wirksam zu denken, wo er sich durch Anziehen und Abstoßen, u. dergl. aussert, da er doch auf hundert andere Arten wirken kann, wie uns schon ein einziges Plattenpaar der voltaischen Säule zeigt.

d) Daß durch starkes Reiben zweyer Quarzstücke Wärme erzeugt wird, läugnet Niemand, ungeachtet man sie durch's Gefühl nicht bemerkt, aber ihre Wirkung am Quarz ist unverkennbar; derselbe Fall kann bey der durch Bruch und Spalten erregten Electricität eintreten. Ein Paar seidner Strümpfe oder Bänder, vorläufig durch Reiben electrirt hangen mit merklicher Kraft zusammen, und verbreiten, im Finstern schnell getrennt, reichliche Funken. Die Blätter des russischen Franenglases hangen (vielleicht durch einen electrischen Proceß geschichtet) von Natur aus zusammen, und sie verbreiten bey'm Spalten ein ähnliches Licht. Sollte dieses nicht eben so gut, wie jenes, electrischer Abkunft seyn? So dachte schon der Erfinder dieses Versuches Nicholson, der sich aus solchen mit Stanniol belegten Glimmerblättern sogar eine kleine electrische Batterie baute, (*Gilberts Annalen XXIII. 275. u. f.*)

e) Bey'm Entzweybrechen einer Sigellackstange aussert sich die Electricität durch Anziehen leichter Körper ohne Lichtausbruch; Bey'm Entzweybrechen des Candiszuckers aussert sie sich, wie ich glaube, durch Licht ohne Anziehen; es ist ja das Licht so gut ein Zeichen freier

Electricität wie das Anziehen. Gerade der Umstand ist merkwürdig, daß sich bey'm Brechen guter Nichtleiter ein Anziehen ohne Licht, bey Halbleitern ein Licht ohne Anziehen einstellt; wobey auch der Umstand nicht zu übersehen ist, daß vorzugsweis solche Fossilien durch Bruch leuchten, die schon dem Aeussern nach eine krystallinische Bildung haben.

§. 105.

Wenn also die Bildung der Krystalle, oder überhaupt des regelmässigen Aggregatzustandes der Materie; wenn das Streben der Bestandtheile nach einer bestimmten Form des Ausser- und Nebeneinanderseyns ganz oder zum Theil das Werk der electricischen Naturkraft ist, wie einige Physiker nicht ohne Grund vermuthen; wenn ferner das Licht höchst wahrscheinlich einen Bestandtheil des electricischen Flüssigen ausmacht: soll dieses Licht nicht entweichen, und dann im freien Zustand auf unser Aug wirken, soll keine Zersetzung des electricischen Stoffs erfolgen, wenn das von ihm aufgeführte Gebäude eingerissen, und das krystallinische Gefüge durch Brechen zerstört wird?

Sehr sinnreiche Gedanken über Krystallenelectricität trägt Hr. Schweigger in seinem Journal (V. 57. u. f.) vor. Es freuet mich, mit diesem scharfsinnigen Naturforscher auf dem Wege der Erfahrung zusammenzutreffen, und in seinem Aufsatz zum Theil die Bestätigung meiner Ansichten zu finden. Vermuthlich kommen die zwey von mir gegebenen Erklärungen des Trennungslichts auf eines und dasselbe hinaus. Die nächste Ursache ist Aufhebung der Cohärenz, die entferntere, Zersetzung des electricischen Stoffs und Freiwerden des Lichts, als Bestandtheils der Electricität.

Endlich verdient folgende Erfahrung ganz vorzüglich berücksichtigt zu werden: manche Mineralien krystallischer Form werden schon durch sanften Druck zwischen Fingern electricisch, behalten die Electricität lange Zeit, und dienen als sehr empfindliche Electrometer, wie Hr. Haüy unlängst entdeckt hat.*) Dieselben Mineralien leuchten durch Spalten; soll dieses Licht nicht electricischer Abkunft seyn? Hier nämlich wird das Licht, dort die Basis des electricischen Stoffs unseren Sinnen bemerkbar.

§. 106.

Uebrigens werde ich nie die goldene Regel aus den Augen verlieren: *ne quid nimis* — weder zu viel, noch zu wenig. — Alles einer kühn aufgestellten Hypothese anpassen wollen, ist für die Wissenschaft eben so schädlich, als gar keine Hypothese dulden; in diesem Fall würden sehr viele Naturbegebenheiten stets unerklärt bleiben; in jenem müßten gegründete Erklärungen gar oft einer vorgefaßten Meynung weichen. Daher zähle ich das

*) Ueber die Electricität der Mineralien durch Hülfe der Pressung, von Haüy Schweiggers Journal XX, 583. u. f.

Leuchten der Blende, der Zinkblumen, des Stangenphosphors, des frischbereiteten Canton'schen Leuchtsteines, des versüßten Quecksilber Sublimats, der salzsauen und phosphorsauen Verbindungen, der Knallsalze und Knallmetalle, u. s. f. durch Drucken, Brechen und Reiben, nicht zum Krystallenlicht, wovon eigentlich in gegenwärtigen Abschnitt die Rede war, weil man alle jene Erscheinungen aus anderen, bereits anerkannten Gesetzen der Natur erklären kann; übrigens lasse ich auch der entgegengesetzten Meynung ihren Werth, weil wir noch zu weit vom Ziele sind.

VIERTES KAPITEL.

Rückblicke und Anwendung.

§. 107.

Das Leuchten mehrerer Fossilien und Salien durch reinen Bruch ohne Druck ist ein ganz neues Phänomen, nicht als wenn man es noch nie gesehen hätte, sondern weil man darauf nicht achtete. In frühern hieher gehörigen Aufsätzen ist immer nur vom Licht durch Schlagen, Hämmern, Feilen, und Reiben die Rede, das man gewöhnlich aus der Erhitzung, nur selten aus der Zerlegung der so behandelten Körper erklärte, ohne zu bedenken, daß das Hämmern und Reiben ein zusammengesetzter Proceß ist, wobey sich Druck und Bruch — zwey ganz zerschiedene Verfahren — zugleich eintreten; daher die unvollständigen, und einseitigen Erklärungen, wie wir weiter unten (*Abschnitt III.*) sehen werden. Meiner Meynung nach ist es unmöglich, das Licht durch Friction zu erörtern, wenn man nicht vorläufig jenes durch Bruch untersucht, und berichtigt hat. Aber auch hier ist die größte Vorsicht nöthig, um allen Täuschungen auszuweichen. Bewirkt man z. B. das Brechen mittelst Schlagen, Pochen, Reiben, u. dergl. oder wird der Körper durch ein vorläufiges Erhitzen zum leichtern Brechen vorbereitet, so sind die Umstände dadurch merklich geändert, und man setzt sich der Gefahr aus, Fehlschlüsse zu machen. Ich nehme mir die Freyheit, diese Erinnerung durch ein Paar Beyspiele zu beleuchten, ohne dadurch verdienten Männern nur im mindesten zu nahe treten, oder Vorwürfe machen zu wollen.

§. 108.

Hr. Ritter sagt in seinen scharfsinnigen Fragmenten (u. 354:) „Erschütterungen scheinen Oxydabilität vermehrend auf den gegebenen Körper zu wirken. Canton's Phosphor leuchtet beym Schlagen an die Eisenstange, die er überzieht. Und wohin gehört das Leuchten so vieler Mineralien, und des Bononischen Leuchtsteins beym Kratzen? geht bey diesem keine Erschütterung vor, und ist jenes Leuchten kein schwaches Verbrennen? —

Es ist mir nicht bekannt, ob Hr. R. den Versuch mit Cantons Phosphor selbst gemacht, oder nur irgendwo gelesen hat. In der Ausübung würde er auf Schwierigkeiten gestossen haben, die er nicht erwartet hätte. — — Uebrigens verhält sich die Sache so: Wenn man Mineralien, welche durch Temperaturerhöhung gut leuchten, bis zum glühen erhitzt, hierauf im Finstern so weit abkühlen läßt, daß das Licht der Glühhitze dem Auge des Beobachters verschwindet, und dann mit einem Hammer darauf schlägt, so fangen sie neuerdings auf einige Zeit zu leuchten an. Dasselbe erfolgt, wenn man die erhitzten Substanzen zwischen den Schenkeln einer Feuerzang hält, und auf diese schlägt. Canton's *frisch bereiteter* Phosphor ist zu diesem Versuch vor andern geeignet, weil er nur schwach zusammenhält, und auch bey einer mittelmässigen Erhitzung im Dunkeln noch leuchtet (oben Seite 158.)

Die Ursache dieses wiederholten Leuchtens liegt am Tage. Das vorläufig erhitzte Präparat verliert die zum Leuchten nöthige Temperatur früher auf der Aussenfläche, als im Innern. Durch Schlagen und Erschüttern bekommt es Sprünge, und nun bemerkt man das unter der Oberfläche noch vor sich gehende Glühen, oder es entsteht neuerdings ein schwaches Verbrennen, nach Beschaffenheit der Substanz. Die Erschütterung trägt also zum Entstehen dieses Lichts im wesentlichen nichts bey. Ist der geprüfte Körper durch und durch abgekühlt, so ist alles Schlagen an ihn, oder an die Feuerzang unnütz.

§. 109.

Hr. Dessaignes liefs von ohngefahr einen zuvor rothglühenden Kalkstein zur Erde fallen, als er eben sichtbar zu glühen aufgehört hatte. Kaum hatte der Stein die Erde erreicht, als er neuerdings zu leuchten anfieng, und beynahe zwey Minuten damit anhielt. Bey öfterer Wiederholung dieses Versuchs ergab sich, daß schon der Schlag mit einem Schlüssel, das Streichen mit einer Feile, ein starker Druck mit einer Zange, endlich auch das Anschlagen an die Zange, womit man den Stein hielt, hinreiche, das so eben verschwundene Licht wieder zu erregen. Fiel der Kalkstein auf lockere Asche, so erschien kein Licht; auch konnte man das durch Schlagen erregte Licht augenblicklich vernichten durch den Hauch des Mundes, oder durch Anblasen mittelst Blashalg. Ausser dem dichten Kalkstein besitzen diese Eigenschaft alle kohlensaure, auch mehrere schwefelsaure und phosphorsaure Kalkerden, wenn sie noch heifs geschlagen werden.

Auch diese Erscheinungen gründen sich auf die Phosphorescenz durch Erwärmung, und kommen mit jenen §. 108. überein. Dennoch ward Hr. Dessaignes dadurch in Verwunderung versetzt, und zu ganz irrigen Schlüssen verleitet. Eigentlich gehört das Ganze nicht einmal hieher, so wenig als das Leuchten des Kaustischen Kalks beym Ablöschen, wovon eine ganz sonderbare Erklärung gegeben wird. (*Man sehe des Hrn. Dessaignes of angeführte Schrift u. 43 bis 51.*) Das Leuchten beym Kalkablöschen rechne ich zur Phos-

phorescenz durch Mischungen, oder durch chemische Verbindung zweierley Substanzen, wovon in der nächstfolgenden Abhandlung die Rede seyn wird.

§. 110.

Sollte nicht des Hrn. Tromsdorf Erfahrung gleichfalls hierher gehören? (*Göttlings Taschenbuch*, 1795. S. 21.) Das versüßte Quecksilber-Sublimat verbreitete im Finstern ein dunkelrothes Licht, wenn es *noch erwärmt* gebrochen oder gerieben wurde, d. h., wenn die innern, noch wärmern Schichten mit der umgebenden Luft in Berührung kamen, und dem Auge sichtbar wurden. Aetzendes Sublimat lieferte Hrn. Tr. diese Erscheinung nicht; es war also bereits zu sehr abgekühlt; denn daß es gehörig erwärmt einen der schönsten Phosphorn darstellt, rühmt Hr. Marquer (*Wörterbuch IV.* 583, 2te Auflage,) was ich auch zum Theil bestätigt fand, (*oben S.* 168. §. 28.) Ich sah zwar nur helle, momentane Funken, und mußte der lästigen Dämpfe halber im beschränkten Raum den Versuch bald abbrechen. Die Ursache des so zerschiedenen Erfolgs mag wohl daher rühren, daß Marquer sein Sublimat langsam, und stufenweis erhitzte, ich aber sogleich auf eine beynahe glühende Kupferplatte aufstreute; vielleicht auch, daß jener sich eines irdenen, ich mich eines kupfernen Topfes bediente. So viel zur Berichtigung der (*S.* 168.) von mir beygefügtten Note. Der mindeste Umstand ändert manchmal das Resultat wesentlich. Hr. Göttling fügt obiger Erfahrung eine muthmaßliche Erklärung bey, indem er annimmt, das unvollkommene Quecksilberoxyd enthalte noch schwach gebundenen Lichtstoff, welcher dem vollkommenen Oxyd bereits mangelt; eine gelinde Erwärmung oder Reibung könnte das Freywerden desselben bewirken, und verhältnißmässig die Oxydation befördern. Zur Erläuterung mag folgendes beytragen:

§. 111.

Die Metallsalze leuchten durch Brechen und Reiben gewöhnlich nicht, mit Ausnahme derjenigen, welche Quecksilber zur Grundlage haben. Aber auch unter diesen leuchtet das *Salzsaure, milde* Quecksilber-Sublimat sowohl durch Reiben, als selbst durch den schwächsten Druck und Bruch am besten. Scheelle bemerkte dieses Licht durch Friction vermuthlich zuerst; er fand zugleich, daß es diese Eigenschaft durch wiederholtes Sublimiren verliere (*Schwed. Abhandl. B, XXXIV, S.* 194.) Auch giebt die Erfahrung, daß der Erfolg zum Theil von der Temperatur abhängt; das Licht bricht früher, und bey geringerer Reibung aus, wenn das milde Sublimat warm, als wenn es kalt behandelt wird; hieran schließt sich des Hrn. Tromsdorf Beobachtung. Ausser der Temperatur steht sein Leuchten durch Friction im umgekehrten Verhältniß der Oxydation. Aetzendes Quecksilbersublimat leuchtet durch Reiben nicht mehr, wohl aber durch Erhitzen; mildes, versüßtes leuchtet durch Reiben gut, durch Erhitzen nicht oder kaum bemerkbar. Ein merkwürdiger Unterschied, wovon noch einmal die Rede seyn wird.

§. 112.

a) Massive Glasstangen, ohne Schlag, mit den Händen entzweygebrochen, leuchten nicht, (§. 81, i.) die Glaspipetten hingegen sehr schön (§. 20.) ein neuer Beweis, dass letzteres Leuchten der in den Tropfen enthaltenen, und bey dem Bruch rasch ausbrechenden Luft zuzuschreiben sey.

b) Die Eisnadeln leuchten durch Bruch gleich einigen Salzkristallen — noch ein Umstand, das Leuchten der See in den Polargegenden zu erklären.

c) Mineralien, welche durch reinen Bruch nicht leuchten, bleiben auch unter dem Hammer dunkel, so lang der Schlag im freien Raum geschieht (§. 83.) und die Bruchstücke ungehindert ausweichen können. Leuchten sie also durch Collision und starke Friction, wie es bey den meisten geschieht, so ist dieses Licht eine Folge des gewaltsamen Drucks, und der dadurch bewirkten Erwärmung.

d) Unvollkommene Verglasungen leuchten manchmal bey der schwächsten Reibung, und selbst durch reinen Bruch, vollkommene nicht. — Etwa darum, weil sie durch einen zu hohen Grad der Glühhitze das Princip der Phosphorescenz verloren haben? Diese Erscheinung hat mit dem Leuchten und Nichtleuchten der Mineralien durch äussere Temperaturerhöhung viele Aehnlichkeit. Man sehe, was ich hierüber weiter oben (S. 236. u. f.) gesagt habe. Hr. Dess. benutzt diesen Umstand als einen überzeugenden Beweis, dass diese, so wie jede andere Phosphorescenz, weis Namens sie auch sey, von dem mit den Körpern chemisch verbundenen, und starr gemachten (solidificet) Wasser herrühre. In einzelnen Fällen, und da nur zum Theil, mag er wohl Recht haben, aber in einer so allgemeinen Ausdehnung gewiss nicht. Geht denn bey der Verglasung, ausser dem Wasser-Verlust, keine andere Veränderung in den Körpern vor, welche auf die Fähigkeit zu leuchten, einen wesentlichen Einfluss haben kann? Warum leuchten denn die salzigen, selbst im Wasser auflöselichen Gläser durch Bruch und Reiben nicht, welche bey der Verglasung gewiss nicht alles Krystallisationswasser verloren haben? und warum erhalten sie diese Eigenschaft durch Zusatz von Kalkerde?

§. 113.

e) Das Leuchten einiger Salzaufösungen bey dem Act der Krystallbildung selbst scheint ein Fingerzeig seltener Processe zu seyn, welche dabey vorgehen. Wir sehen hiebey nur den Uebergang des Tropfbarflüssigen in den festen Zustand, und die Aneinanderreihung nach bestimmten Formen; was diese Aneinanderreihung bewirkt, und was ausserdem noch vor sich geht, bleibt uns verborgen.

f) Die meisten natürlichen Krystalle des Mineralreichs bewirken eine doppelte Brechung des Lichts, gleich dem Doppelspath. Dieselben Krystalle leuchten entweder durch reinen Bruch, oder schon durch Spaltung. Stehen diese zwey Erscheinungen nicht miteinander in Verbindung?



g) Rosenquarz, Krystalldrusen, u. dergl. leuchten durch Bruch im Ganzen, oder einzelner Stücke sehr schön, gewöhnliches Glas nicht; etwa darum, weil durch Zusatz von Potasche und durch Schmelzen in Ofen die Krystallform wesentlich geändert wird?

h) Durch einen gewaltsamen Bruch der Fossilien im beschränkten Raum, auch durch Pochen in einem minder geräumigen Mörser bricht Licht aus, selbst bey Substanzen, welche durch reinen Bruch im Freien nicht leuchten; kurz: das Mörserlicht stellt sich häufiger ein, als das reine Trennungslicht — ein Beweis, daß es zweierley Erscheinungen sind, und auch verschieden müssen erklärt werden. Durch gegenseitige Collision harter Körper erfolgt noch häufiger Licht — auch dieses muß man vom Trennungslicht gewöhnlich unterscheiden. Sollte bey dem Mörserlicht nicht auch die Luft mit ins Spiel kommen?

§. 114.

Die Phosphoreszenz der Fossilien durch Bruch steht in sehr enger Verbindung mit der durch Hrn. v. Haüy so schön bearbeiteten und so fest begründeten Krystallographie. Nur ein Mann von solchen Einsichten und mit Mineralien aller Art so reichlich versehen könnte den Plan ausführen, wovon ich hier kaum eine schwache Skizze liefere. Durch Vervielfältigung der Versuche im Geist und nach den Regeln der Krystallisationslehre mit Anwendung der Geometrie wird man die Gesetze, die Modificationen, und auch die wahre Ursache der Phosphoreszenz durch Bruch ohne Schwierigkeit entdecken, wie es mit der Polarisation des Lichts der Fall war, sobald sie die Hrn. Malus und Biot auf die sichere Bahn des mathematischen Calculs zurückführten.

Alle Naturproducte mit starrer Form, alle Fossilien müssen durch Bruch leuchten, nur mit sehr verschiedener Intensität, jene am schönsten, und unserem Auge am bemerkbarsten, bey denen sich die Krystallform am deutlichsten ausspricht, wohl möglich, daß es nebenbey auch noch auf die Beschaffenheit der Bestandtheile, und auf ihre Verhältnisse zum Licht und zur Electricität ankommt, wie sich schon aus der schätzbaren Abhandlung schließen läßt, welche Hr. Haüy vor Kurzem über die Kennzeichen der Edelsteine bekannt gemacht hat.

§. 115.

Die meisten natürlichen Krystalle des Mineralreichs bewirken eine doppelte Wirkung des Lichts, gleich dem Doppelspath. Diese Krystalle leuchten entweder durch reinen Bruch, oder schon durch Spaltung. Stehen diese Erscheinungen nicht in enger Verbindung?

DRITTER ABSCHNITT.

Phosphorescenz durch Druck und Bruch zugleich, das ist, durch gegenseitiges Reiben rauher Oberflächen.

Geschichtliche Einleitung.

Frühere Erfahrungen und Versuche enthaltend.

§. 115.

Die ältesten, nach einem bestimmten Zweck unternommenen Versuche kommen in den Schriften der Florentiner-Akademie vor; sie fallen ohngefähr auf das Jahr 1660. und enthalten folgendes: *) „Ausser dem Feuerstein giebt es noch andere Körper, welche an Licht reich zu seyn scheinen, indem sie im Dunkeln gegeneinander geschlagen, oder zerstückelt, Funken sprühen. Dergleichen sind der Mellis- und Candiszucker, die Krystallen des Steinsalzes in einem Mörser zerstoßen. Bergkrystall, Achaten, orientalische Jaspes, u. dergl. gewährten sowohl durch Schlagen als durch Brechen ein sehr schönes Licht; Küchensalz, hingegen, Alaun, Salpeter, Korallen, gelber und schwarzer Bernstein, Granaten, Marcasit, u. dergl. eben so behandelt blieben dunkel.“ Vom gegenseitigen Reiben kommt nichts vor.

§. 116.

Das Wenige, was Robert Boyle hierüber bekannt gemacht hat, beschränkt sich auf das Leuchten einiger Edelsteine durch Friction. Die Veranlassung hiezu gab ein Diamant,

*) *Tentamina Academiae de Cimento. Part. II., pag. 185. nach Muschenbroeks Uebersetzung.*

den ein Reisender aus Italien mitbrachte, und welcher die Eigenschaft auf mancherley Art im Dunkeln zu leuchten, in einem hohen Grade besaß. Ein schwaches Reiben mit weissem, rothen, oder schwarzen Tuch, mit Horn, Porcellän, Glas, u. dergl., ja selbst ein starker Druck gegen Glas, oder mit dem Finger, war schon hinreichend, Licht in ihm zu erregen; eine stählerne Radiernadel wirkte durch Druck noch mehr, wobey auch der Verdacht einer Erwärmung beseitiget wurde. Späterhin bemerkte Boyle ein ähnliches Leuchten bey mehreren Diamanten, so wie bey Rubinen, Smaragden, Saphiren, u. dergl., nur nicht in so hohem Grade wie bey jenem Diamant, ohngeachtet einer viel stärkern Reibung. Er unterscheidet sehr richtig zwischen electrischen und rein phosphorischen Licht. Das gesagte kommt vor in einem Aufsatz: *De Adamante in tenebris lucente*, welchen Boyle den 27ten Oct. 1663. der Königl. Soc. der Wissensch. vorlas. (*Opp. T. I, Edit. Genev. 1677.*)

§. 117.

Das von Picard um's Jahr 1675. entdeckte Leuchten der Barometer veranlaßte Johann Bernoulli, auch mit anderen Körpern Versuche zu machen. Seine Erfahrungen kommen in den *Denkschriften der Acad. der Wissensch. von Paris für 1707. vor.*

Ich habe, sagt Bernoulli, seit geraumer Zeit über die Lichterscheinungen geriebener Körper Beobachtungen angestellt, und folgendes gefunden:

a) Um das durch gegenseitiges Reiben zweier Körper entstehende Licht gut zu bemerken, soll wenigstens einer derselben durchsichtig seyn.

b) Beyde Körper müssen hart, und ihre Oberflächen rein, flach, und polirt seyn; doch ersetzt die Dichtigkeit manchmal den Mangel an Härte, so leuchtet z. B. ein Spiegelglas mit Quecksilber, und Zinnamalgama gerieben. *)

c) Der eine beyder Körper soll möglichst dünn seyn, damit er sich durch Reiben desto leichter erwärme; wovon sich Hr. B. mit Kupferplatten von verschiedener Dicke überzeugte.

d) Aus allen Metallen gewährt Gold auf Glas gerieben die schönsten Erscheinungen; der Diamant aber übertrifft alle Körper, indem er gleich einer glühenden Kohle leuchtet.

Diesen Bemerkungen fügt Hr. Cassini der Sohn noch folgende bey: e) Ein Tafelstein auf Glas gerieben leuchtete gleich einer glühenden Kohle, schwächer auf einer Silberplatte. Merkwürdig schwächer leuchteten ein französischer Thaler und andere Silberplatten auf Glas, noch weniger die Kupfermünzen. Daß diese Erscheinungen eigentlich zur Phosphorescenz durch Electricität gehören, sieht jedermann ein; damals nahm man die Sache noch nicht so genau.

*) Dies ist vermuthlich die erste Nachricht vom besten Amalgama für den Reibzeug der Electrisirmaschinen — das Spiegelbeleg. — Rein polirte Flächen konnten nur ein electrisches Licht geben.

§. 118.

Zu eben der Zeit (1705.) übergab Hauksbee der Königl. Ges. der Wissenschaften zu London seinen ersten Aufsatz über das Leuchten geriebener Körper in *verdünnter Luft*, dem mehrere andere nachfolgten, welche sich auch in seinen *physisch-mechanischen Versuchen* vorfinden; *) sie sind vorzüglich darum schätzbar, weil nur Wenige einen so guten Apparat bey Handen haben; ich werde davon weiter unten Gebrauch machen.

Bernstein an Wolle, Kiesel an Stahl, Glas an Wolle, Glas zwischen Austernschallen, Wolle mit Wolle, Glas mit Glas, Austernschallen mit Wolle, unter der ausgepumpten Glocke der Luftpumpe gerieben, gaben Licht; Kupfer hingegen auf keine Weise. Glas mit Glas gerieben leuchtete auch unter Wasser, was Robert Boyle mit Diamanten nicht zu we- gen brachte (Weil dadurch weder Bruch, noch Electricität entstand).

§. 119.

Bald darauf tratten zwey gleich berühmte, und um die Electricität vorzüglich verdien- te Männer auf, Gray und Dufay. Ihre Versuche betreffen zwar hauptsächlich das durch Reiben bewirkte electrische Licht, allein sie geben auch über unseren Gegenstand manchen Aufschluß. Hr. Dufay untersuchte in einer eigenen Abhandlung das Leuchten der Edelstei- ne durch Reiben, und durch Erwärmen, wiederholte mehrere Versuche von Boyle und Hauksbee, und führte die Erscheinungen auf einige allgemeine Sätze zurück. Alle Edelstei- ne ohne Ausnahm konnte er durch Reiben leuchtend machen; doch ergaben sich beträchtli- che Unterschiede, nicht nur bey den verschiedenen Arten, sondern auch bey einzelnen Exemplaren derselben Art. Er unterschied sorgfältig zwischen electrischen und phosphori- schen Licht, und leitete beyde aus eigenen Ursachen ab. **)

§. 120.

In den Abhandlungen der Kais. Naturf. Gesellschaft für 1749. (*Acta physico-medica Acad. Caesar. natur. Curios. Vol. IX, p. 598.*) kommen Versuche des Hrn. Dr. Delius über die Phosphorescenz einiger Fossilen durch Reiben und Erwärmen vor, welche aber nichts Neues enthalten. Durch gegenseitiges Reiben leuchteten Quarz, Kieselsteine, Horn- steine, sogenannte falsche Edelsteine aus Böhmen und Sachsen, die einen mehr, die andern

*) *Physico-Mechanical Experiments an various Subjects London, 1709 4to, und vermehrt 1719. 8vo, auch in's italienische und französische übersetzt.*

**) Von Gray finden sich in den *Physophical Transactions* neun Aufsätze über Electricität vor, von 1720 bis 1735 — er starb 1736; von Dufay acht Abhandlungen electrischen Inhalts in den *Memoires de l' Acad. Roy, des Sc.* von 1733 bis 1737 — auch in's Deutsche übersetzt, Erfurt 1745. Dufay starb 1739.

weniger. Wurden diese Steine an einem eisernen, wohlgeheizten Ofen gerieben, so zeigte sich das Licht reichlicher. Hiebey nahm sich der Flusspath am schönsten aus; Amethysten, Hyacinten, Carniole, und Topase minder schön. Aus dem schwefellicht - urinösen Geruch, welchen der erhitzte Flusspath verbreitete, schloß Hr. D., die Ursache dieses Lichts bestehe in der Wirkung der Salzsäure und eines feinen schwefelartigen Phlogiston.

§. 121.

Um diese Zeit (1750.) machte das Leuchten der gelben Scharfenberger - Blende viel Aufsehens, wozu ein Aufsatz des Hrn. Dr. Hoffmann im *Hamburg. Magazin* (B. V. S. 289. u. f.) vieles beytrug. *) „Das Leuchten durch Reiben, heisst es, ist der Scharfenberger - Blende so ganz eigen, daß man ihr diese Eigenschaft auf keine Weise entziehen kann. „Zum feinsten Staub zermalmt, mit Weinessig, Scheidwasser, rectificirten Weingeist, mit „Auflösungen der Metalle, u. dergl. behandelt, im Schmelzofen geröstet, zeigte sie durch Reiben und Stossen im Mörser noch immer Licht.“ (Hieran hatte wohl auch die mit der Blende verbundene Kieselerde einen Antheil.) Auf die Frage: *warum leuchten nicht auch andere Blenden?* läßt sich erwiedern, daß sie wirklich leuchten, nur nicht so vorzüglich wie die gelbe. *Warum leuchtet der Galmey nicht?* Hierauf hat Hr. Henkel um zwanzig Jahre früher geantwortet, als Dr. Hoffmann die Frage stellte, indem er sagt: **) „Diejenigen, welche Versuche vornehmen, sollen auch dieses als Regel bey Untersuchung der „natürlichen Körper beobachten, daß sie in Finstern und dunkeln Orten auf diejenigen sichten, „lichen Umstände Acht haben, welche durchs Reiben, oder durchs Feuer hervorgebracht „werden. Ich erinnere mich jetzt des Galmey - Ofenbruchs, absonderlich des gelben, welcher bloß durch Anreiben, oder durch eine heftige Bewegung, wenn man ihn mit einem „Messer schabet, oder mit einem Schlüssel schlägt, Funken von sich giebt. — — — Hr. Hiärne gedenkt auch in *Prodromo historiae naturalis Sueciae* einer Erde, welche durch bloßes Reiben leuchtend wird. (Etwa Sandmergel?)

§. 122.

Bis 1784. hatten wir nur Bruchstücke und kargliche Versuche über das Leuchten der Körper; in diesem Jahre aber las Hr. Gr. v. Razumowski der physik. Gesellsch. zu Lau-

*) Nach Dr. Hoffmann soll der Oberberghauptmann Hr. v. Kirchbach das Leuchten der Zinkblende durch Reiben im Mörser, und durch Ritzen zuerst beobachtet haben. a. a. O. S. 298.

**) Dr. Joh. Frid. Henkels *kleine mineralogische und chemische Schriften. Dresden und Leipzig 1744. S. 99. u. f.*

sanne einen langen Aufsatz vor, worinn er über die durch Reiben erhaltene Lichtphänomene umständliche Nachricht giebt. *) Es ist dieß die schönste Reihe von Versuchen, die wir bis auf gegenwärtige Zeiten über diesen Gegenstand aufzuweisen hatten; Schade! daß sie in keines unserer deutschen Journale aufgenommen, und hiedurch bekannter gemacht wurden. Als Reibzeug brauchte Hr. Gr. gewöhnlich Quarz, oder wenn dieses zu hart schien, Glas — — ein Umstand von Wichtigkeit; indem die Erscheinungen nach Beschaffenheit des Reibzeugs anders ausfallen. Der Raum erlaubt es nicht, hievon etwas beyzubringen, da eine gedrängte Aufzählung der Resultate keines Auszugs fähig ist.

Endlich hat auch Wedgwood in den *Philos. Transact.* für 1792. über die Phosphorescenz der Körper durch Reiben eine lehrreiche Tabelle geliefert, und mit theoretischen Bemerkungen begleitet, welche man in *Gren's. J. d. Physic.* VII, 55, ff. nachlesen kann. So schätzbar die Aufsätze der Hrn. v. Razumowski und Wedgwood sind, so ward der Gegenstand dadurch noch bey weitem nicht erschöpft, wie wir sogleich sehen werden.

Auf Veranlassung der Pariser-Preisfrage für 1808. wurde diese Materie neuerdings in Untersuchung genommen. Der Umfang der Frage und die Kürze der Zeit hinderten Herrn Dessaignes in seiner Concurrrenzschrift hierüber etwas von Bedeutung zu liefern; er ergänzte aber diese Lücke um drey Jahre später im *Journal de Physique* von 1812, Februar- und März-Heft; wovon eine etwas abgekürzte Uebersetzung in *Schweiggers Journal B. VIII*, S. 70 — 127. vorkömmt, worauf ich mich stets beziehe. Da Hr. Dess. zwischen Reiben, Schlagen, Zertrümmern, u. dergl. gar keinen Unterschied macht, so verliert seine Arbeit viel von ihrem Werthe. Im Grund behandelt er nur die Folgen der Collision, nicht aber die der Friction, also nicht den vierten Theil des Ganzen.

§. 123.

Was nun meine Untersuchungen betrifft, so kömmt zwar die Hauptsache bereits in der Beantwortung der Preisfrage vor; allein in Vergleich mit dem Gegenwärtigen nur Weniges; denn es ist begreiflich, daß ich seit zehn Jahren alles wiederholt, vieles berichtigt, und den ersten Entwurf beträchtlich erweitert habe.

Nach reifer Ueberlegung und mehrern vorläufigen Proben glaubte ich meinen Gegenstand mit einiger Vollständigkeit zu bearbeiten, wenn ich der Ordnung nach untersuchte a) die Folgen einer mittelmässigen, so wie einer starken Reibung homogener Körper: b) Nicht minder die Folgen desselben Verfahrens mit heterogenen Körpern: c) endlich die

*) *Histoire et Memoires de la Societè des Sciences physiques de Lausanne* 4to. T. II, Lausanne 1789 pag. 13 — 38.



Folgen eines schwachen oder scharfen Strichs mittelst einem Federkiel oder einer Radiernadel (Friction auf eine sehr kleine Fläche beschränkt). Dafs es nicht gleichgültig ist, ob man bey'm Reiben einen schwachen oder beträchtlich starken Druck anwendet; ob man gleichartige oder ungleichartige Körper gegeneinander reibt, läfst sich zum Theil schon vorhinein errathen; allein die Verschiedenheit des Erfolges war auffallender, als ich erwartet hatte, und ich bin überzeugt, dafs man das Frictionslicht so oder anders erklären wird, je nachdem man dieses oder jenes Verfahren wählt.

Eigene Versuche.

ERSTES KAPITEL.

Phosphorescenz gleichartiger Körper.

A.) Durch mässiges Reiben.

§. 124.

Kalkerden.

A.) Kohlensaure: 1. Körniger Kalkstein aus der Oberpfalz, der mit Salpetersäure nur wenig aufbraust, leuchtet gut bey schwachem Druck.

2. Weisser Kalkspath, Isländischer Doppelspath, grüner antiker Marmor, sehr schwach selbst bey vermehrten Druck.

3. Kalkschiefer konnte nur durch Gegeneinanderschlagen, nie durch Reiben, phosphorisch gemacht werden.

4. Versteinerte Muscheln mit Sandmergel ausgefüllt, leuchten gut und durch schwachen Druck, was vermuthlich vom Mergel herrührt.

5. Die Salzburger- und Tyroler-Marmorn — sehr schwach, die Karlsbader Sprudelsteine, nicht besser; hievon hatte ich eine instructive Sammlung aller Art bey Handen.

Um bey den Marmorn und Kalksintern Licht zu erhalten, war es nicht hinreichend, Fläche auf Fläche zu reiben, sondern ich mußte mit der scharfen Kante des einen Stückes rasch über die rauhe Seite des andern wegfahren. Vom Leuchten durch Collision ist hier keine Rede. Alles Licht der Kohlensauren Kalksteine war gelblicht.

Nichtleuchtend fand ich:

1. Die gewöhnlichen Kalksteine, wie sie hier zu Kalk gebrannt werden;
2. Die Tropfsteine und die sogenannten Pfannensteine;
3. Die Stinksteine von mancherley Art und Gegenden;
4. Die versteinerten Conchylien — ausser wenn sie Krystallisationen enthielten.
5. Ueberhaupts, was minder hart war, und durch Reiben sich abnutzte, z. B. Mergelerde, Mergeltuff, Mondmilch in Kugeln, u. dergl.

T t t

b) **Schwefelsaure:** Aus allen hieher gehörigen Steinen leuchteten nur zwey Tafelchen eines harten, weissen, im Bruch glänzenden Alabasters. Geprüft wurden, dichter, blättriger, körniger, und faseriger Gyps; Fraueneis von der reinsten Art; eine schöne Sammlung von Alabaster - Tafelchen.

c) **Flusssaure:** Alle Arten von Flussspath leuchteten zwar durch gegenseitiges Reiben, allein grösstentheils nur schwach. Der Grad des Lichts scheint mit der Härte zu wachsen; der dunkelblaue, der rothgelbe (beyde aus Sachsen,) und der buntfarbige von Bach bey Regensburg, überhaupts der Spathartige und Krystallisirte zeichneten sich vor andern aus; ihr Licht war gelb. Etwas schwächer leuchteten der grünliche und weisse, dichte Fluss; sehr dunkelblaue Flußerde aus der Oberpfalz gar nicht; so blieb auch vorläufig stark gebrannter Flussspath dunkel. *)

d) **Phosphorsaure:** Der Apatit und der Phosphor - Kalkstein mit splitterartigem Bruche leuchteten gut;

e) **Arseniksaure:** Der Pharmacolith sehr schön, mit feueriggelben Licht.

S c h w e r s p a t h.

f) Sowohl die kohlensauren, als die schwefelsauren Schwerspathe leuchteten mittelmässig; vorläufig gebrannt aber sehr schwach. Geprüft wurden: der Witherit aus Böhmen, der faserige, blättrige, und schälige Schwerspath, echter Bologneserstein, noch ungebrannt; der künstliche leuchtet nicht.

§. 125.

Thon - und Talk - Geschlecht.

g) Aus dem Thongeschlecht leuchteten lebhaft: Adularia aus Sibirien, Schriftstein, weisser Feldspath, Feldspath in Zwillingskrystallen, Holzopal, gebranntes Porcellan, gebrannte Töpferwaaren; ein Bandjaspis mit einem Heliotrop gerieben, ein roher Jaspis mit Hornstein gerieben. **) — Alles Licht goldgelb.

Schwach leuchteten: Eine graue Wacke, rother Jaspis, weisser Thonschiefer mit einem schwarzen gerieben, gemeiner Wetzschiefer; der blaue und schwarze Schörl, der Lila-

*) Sonderbar ist's, dafs Hr. Gr. v. Razumowsky den Flussspath auf keine Art zum Leuchten brachte, vermuthlich, weil er ihn auf polirtem Glas rieb.

**) Hier wurden heterogene Steine gegeneinander gerieben, weil ich von derselben Art nicht zwey Exemplare bey Handen hatte, und die einzelnen nicht zerstückeln wollte.

lit und Labradorstein nur durch Anschlagen. Viele andere hieher gehörige Steinarten leuchteten gar nicht.

h) Aus dem Talkgeschlecht leuchtete durch Reiben mit Seinesgleichen kein einziges Fossil. Geprüft wurden: erdiger und gemeiner Talk, Meerschäum natürlicher aus Mahren, Speckstein, Serpentin, echter harter Nephrit (Punammustein,) dichter faseriger Asbest, Cyanit. Nur der dunkelgrüne Serpentinsteine gewährte bey starkem Druck, mit Seinesgleichen, ein schwaches Licht.

§. 126.

Kieselgeschlecht.

i) *Mit glänzendem, und goldgelben Licht, und sehr schwachen Druck leuchteten:*

Rosenquarz aus Baiern, pyramidalischer Prasem aus Sachsen, Bergkrystall in grossen Stücken, sehr reine Quarzkugeln, weisser und gefärbter Quarz, Krystall auf Bley sitzend; rother, grauer, und vielfarbiger Achat, rother Opal, mancherley Hornsteine, roher Topas, elastischer Stein aus Brasilien.

k) *Mit röthlichem Licht bey schwachen Druck:*

Violeter Calcedon aus Italien, fleischfarber, rother und blauer Kiesel.

l) *Einen etwas stärkern Druck erforderten:*

Das gemeine Glas, weisses, grünes, (das Licht war weiss,)

der blaue und graue Quarz mit Schörl — weislicht —

rohe böhmische Granaten — gelblicht —

vulkanischer, olivenfarbiger Zeolith — sehr schwach —

roher Carneol und perlfarbiger Amethyst — sehr schwach —

roher Lasurstein leuchtete nur durch gegeneinander schlagen.

m) Mit Edelsteinen konnte ich nur wenig vornehmen, da sie nicht leuchten, wenn sie durch Reiben nicht aufgeritzt werden; in diesem Falle aber phosphoresciren sie durchgängig sehr schön, wovon man sich aus den Schriften und Versuchen der Herren Boyle, Dufay, Razumowsky, Wedgwood, und Dessaignes, überzeugen kann.

n) Die ächten Laven vom Vesuv und Aetna, auch andere vulkanische Producte konnte ich durch homogenes Reiben nicht zum Leuchten bringen. Der Hr. Gr. v. Raz. versichert, bey der gemeinen porösen Lava, ein schwachblaues, und bey der Granitlava ein lebhaft rothes in's blaue übergehendes Licht bemerkt zu haben; man muß aber nicht vergessen, daß er Glas als Reibzeug brauchte.

o) Die *versteinerten Hölzer*, selbst die minder harten, leuchteten durchgängig, und zwar größtentheils schön, mit goldgelben Licht.

p) Die *gemengten Gebirgsarten*, namentlich: die Granite von verschiedener Form, und Verbindung; die Glimmerschiefer, Porphyre, und Breccien, leuchteten zwar durchgängig, doch mehr oder minder gut.

§. 127.

Salze, und verbrennliche Substanzen:

q) Borax - Krystalle leuchteten sehr schwach, hingegen Mellis - und Candiszucker sehr gut, schon beym schwächsten Druck, wie bekannt; polnisches Steinsalz sehr schwach; die gewöhnlichen Salzsteine aus Salzburg und Berchtesgaden, das gradirte Salz aus Baiern, gemeiner und cyprischer Vitriol, Salpeter, Salmiac, Alaun, u. dergl. leuchteten nur dann, wenn ich sie vorläufig auf dem Ofen trocknete, und noch etwas warm rieb; Eisenvitriol auch nach dieser Behandlung nicht.

r) Bey keinem *verbrennlichen Körper* erhielt ich durch gewöhnliches Reiben mit Seinesgleichen ein deutliches Licht. Geprüft wurden: Harze, Stangenschwefel, Bernstein, Steinkohlen mancherley Art. Dafs einige dieser Körper durch Reiben mit Tuch u. dergl., bis zum Leuchten electrisch werden können, weifs ich wohl; allein hievon ist hier die Rede nicht.

s) Knochen, Zähne, Geweihe und Hörner von mancherley Thieren konnte ich eben so wenig zum Leuchten bringen. Durch Reiben bis zum Abnutzen erfolgt zwar ein Licht, wie wir weiter unten sehen werden; dann haben wir aber eine Friction mit auffallender Temperatur-Erhöhung, die ich hier geflissentlich vermied. So versichert Aristoteles, dafs Löwenknochen durch gegenseitiges Reiben, gleich Steinen, Funken sprühen; *) durch Aneinanderschlagen geht dieß noch leichter an; man erhält dabey Funken wie wenn man Stahl mit Feuerstein schlägt, ohne dafs Stücke abspringen.

t) Künstlichen Bologneser - Leuchtstein, wie man ihn in kleinen Kuchen aus Italien erhält, konnte ich weder durch gegenseitiges Reiben, noch durch Kratzen und Streichen mit einer Nähnadel, mit einer Schreibfeder u. dergl. zum Leuchten bringen; zwar schien mir's manchmal, als sähe ich ein äusserst schwaches Licht, vermuthlich nur, weil ich's gern gesehen hätte. — — Ich fand also Ritters Angabe (*in seinen Fragmenten Nro. 354.*) nicht bestätigt, obwohl ich den Versuch auf mancherley Art wiederholt habe.

*) Στερεὰ δὲ μάλιστα ὁ λέων πάντων ἐκεῖ τὰ ὀστέα. οὗτω γὰρ ἐστὶ σκληρὰ, ὥστε συντριβομένων ὥσπερ ἐκ λίθου ἐκλαμπεῖν πυρ. (*Hist. Animal. lib. III., Cap. 7.*)

§. 128.

M e t a l l e.

u) Kein regulinisches Metall mit demselben Metall gerieben, leuchtet, ausser wenn die durch Reiben erzeugte Wärme bis zur Glühhitze steigt. Reibt man Metalle mit Glas oder Quarz unter schwachen oder mittelmässigen Druck, und es zeigt sich ein Lichtschimmer, so kann man versichert seyn, dass er nicht dem Metall, sondern entweder dem heterogenen Reibzeug oder einem anderen Umstande zugehört.

v) Das Leuchten metallhaltiger Stoffen ist sehr trüglich; denn das Licht gehört gewöhnlich der Gebirgsart, nicht dem Metalloxyde zu. Ist dieses vordringend, wie bey Wismuth, Spiesglass, Bley, so bemerkt man nie eine Spur von Licht; Gold- Silber- und Quecksilber- Stoffen hingegen leuchten sehr gut wegen des Gesteins, selbst wenn sie reichhaltig an Metall sind.

w) Schön krystallisirte Zinngrauen fand ich bey schwachem Druck gut leuchtend; der Magnetstein und der Blutstein leuchteten schwach bey starkem Druck; besser und leichter der Schwefelkies; vom Galmey und der Blende war es längst bekannt. Diesen Vorzug besitzen vermuthlich alle Schwefelmetalle.

Soviel vom Leuchten natürlicher, noch unveränderter Substanzen (Naturproducte) *durch mässiges Gegeneinanderreiben ohne Entstehen fühlbarer Wärme.* Zwar lieferte ich hier nur einen Auszug meines Journals; denn ich habe viel mehr geprüft, und bemerkt, als sich hier vorfindet, was auch von allen nachfolgenden Kapiteln gilt. Die sonderheitlichen Anmerkungen folgen weiter unten.

B.) Phosphorescenz durch starkes Reiben homogener Körper.

§. 129.

Unter starker Friction verstehe ich ein längere Zeit fortgesetztes Reiben mit möglich starkem Druck, so weit ihn ein kraftvoller Arbeitsmann durch Anwendung seiner ganzen Muskelkraft, mit beyden Händen auf die Unterlage drückend, hervorbringen kann — also nicht Maschinen — sondern Menschenkraft. — (Ersteres würde bey gleichnamigen Substanzen zu viel Umstände gemacht haben.) Um diesen Zweck zu erreichen, liess ich von den zwey gleichartigen, der Prüfung unterworfenen Stücken das eine auf der Hobelbank des Tischlers mittelst der hölzernen Zwingen einspannen, und mit dem zweyten darauf schnell hin und herfahren — die Tischler besitzen ihre Hauptstärke in den Armen. —

Da ich aus den so eben aufgezählten Erfahrungen die verschiedene Leuchtkraft meiner Materialien bereits kannte, so schien mirs überflüssig, dergleichen Versuche in gleicher An-

zahl noch einmal zu wiederholen. Ich wählte daher von jeder Klasse nur ein und anderes Exemplar, und richtete dabey mein Augenmerk vorzüglich auf die Intensität und die Farbe des Lichts, auf den sich verbreitenden Geruch, und auf die erzeugte Wärme nach dem Gefühl meiner Hand.

Hieraus ergab sich folgendes:

§. 130.

a) Hinsichtlich der Intensität des Frictionslichts fand ich den Unterschied bey mässigen und starken Druck nicht so groß, als ich vermuthet hatte. Das Kieselgeschlecht zeichnet sich auch hier vor andern aus, wie man bey rauhen Quarzstücken, Hornsteinen, und Bergkrystallen, besonders wenn sie durchsichtig sind, sehen kann. Die Ursache dieses sehr schönen Lichts ist nicht die durch starke Reibung erzeugte Wärme (denn sie ist dem Gefühle gar nicht bemerkbar,) sondern das vermehrte Abspringen kleiner Splitter und Bruchstückelchen; hat dieses nicht statt, so bleiben sich die Wirkungen des mässigen und starken Reibens ziemlich gleich; als Beweis mögen das gemeine Glas, der Wetzschiefer, versteinerte Hölzer mit ebenen Flächen, u. dergl. dienen. Dicke Stangen von schwarzem Schörl, und Binssteine leuchteten jetzt so wenig, als früher bey mässigem Druck.

b) Nicht nur die ungebrannten, leicht zerreiblichen Thonerden, sondern auch die gebrannten Töpferwaaren minder harter Art, z. B. Bruchstücke unserer Küchentöpfe, feuerfeste Schmelztiegel, u. dergl. blieben dunkel, sächsisches Porcellan hingegen leuchtete sehr schön. An den Laven vom Vesuv und Aetna konnte ich gleichfalls kein Licht bemerken.

c) Das Talkgeschlecht verhielt sich hier wie oben (§. 125, h;) nur der Serpentinsteine verbreitete ein schwaches Licht.

d) Am wirksamsten zeigte sich der vermehrte Druck bey den kalkerdigen Fossilien, indem mehrere oben (§. 124.) dunkel gebliebene kohlensaure Kalkerden bey vermehrtem Druck, wenigstens schwach, leuchteten, z. B. die verschiedenen Marmortafeln, und der rhomboidalische Doppelspath; die Stinksteine aber nur zweifelhaft. Allein, die Alabastertafeln, versteinerte Nautiliten, (und noch viel anderes) leuchteten hier so wenig als oben.

e) Salzburger Salzsteine leuchteten durch Reiben, und durch Aneinanderschlagen.

f) Ein Paar Zähne des Nilpferdes eben so, durch Reiben und Schlagen sehr schön.

§. 131.

g) Die Farbe des Lichts änderte sich nicht merklich; doch näherte sie sich mehr dem Feuerrothen. Manchmal bestand das Leuchten mehr in feuerigen Funken; welche aus der Substanz hervorbrechen, als in einem continuirlichen Licht, z. B. bey dem Schwerspath, bey blauen Glasschlacken, bey versteinertem Holz, wenn es sehr hart war.

h) Der Geruch äusserte sich mehr oder weniger bey allen geriebenen Fossilien, vorzüglich bey verbrennlichen und thierischen Substanzen; dass er überhaupt merklicher war, als bey mässiger Friction, liess sich voraussehen.

§. 132.

Ganz unerwartet war mir's, dass mein Gehülfe aller Anstrengung ungeachtet bey keinem Fossil eine meiner Hand bemerkbare Wärme erregen konnte, da wir doch aus anderen Erfahrungen wissen, dass sich Metalle, Hölzer, Knochen, Stricke, u. dergl. durch starkes Reiben bis zum Glühen und Verbrennen erhitzen. Sollte dasselbe nicht auch bey Steinen und anderen erdigen Fossilien der Fall seyn? Vermuthlich ja; nur müsste der Druck und vorzüglich die Geschwindigkeit der Bewegung noch beträchtlich anwachsen, was man nicht leicht mit freyer Hand, sondern nur mittelst einer Maschine erhalten kann, wie wir im nächstfolgenden Kapitel sehen werden.

§. 133.

Da es nun ein starker Mann bey möglicher Anstrengung und Behändigkeit nicht so weit bringen konnte, dass Quarz, Bergkrystall, Marmor, oder sonst eine Steinart durch Reiben mit Seinesgleichen merklich erwärmt wurde; da sich ferner das Frictionslicht gewöhnlich schon bey einem sehr mässigen Druck ergiebt, so ist es unrichtig, dasselbe als eine Folge der Glühhitze zu betrachten; denn so schnell hatte sich die durch Reiben erregte Wärme nicht verlieren können, indem sie bey Metallen, welche doch bessere Wärmeleiter, als die Steine sind, aushält.

Hr. Dessaignes machte in dieser Absicht folgenden lehrreichen Versuch: Er überzoh die Oberfläche eines Milchquarzes sehr dünn mit Kunkel'schen Phosphor, und rieb ihn dann mit dem Winkel eines ähnlichen Quarzes so sanft, dass sich nur schwache Spuren einer Phosphorescenz am Steine zeigten, ohne dass sich der Phosphor entzündete; was erst bey einer etwas stärkern Reibung erfolgte. Da sich nun der Stangenphosphor in atmosphärischer Luft bey $37\frac{1}{2}$ Centigr. entzündet, *) so erfolgt das Frictionslicht bey Quarz schon unter dieser Temperatur. Es fordert aber der erste Grad des im Dunkeln bemerkbaren Rothglühens, nach Newton, eine Hitze von 355 Centigr., also ist die Phosphorescenz durch mässige Reibung keine Temperatur - Erhöhung, keine Glühhitze. So viel nur im Vorbeygehen.

§. 134.

Hierher gehören ein Paar Erfahrungen, die ich in einer Getreidemühle zu machen Gelegenheit hatte. Die Mühle gieng auf einige Minuten leer, so dass sich die Steine schwach

*) Nicht 64, 4. wie Herr Dessaignes angiebt. Man sehe meine Bestimmung oben S. 200, §. 82.

berührten; sogleich brach das schönste Licht über der ganzen Berührungsfläche aus, und der ringsum ausfahrende Staub bildete einen leuchtenden Ring; allein dieses Licht zündete nicht, und wir versuchten es umsonst, einen Zündschwamm glimmend zu machen. Jetzt schob der Mühlbursche eine Messerklinge zwischen die Steine, und sogleich fuhren Feuerflammen heraus, welche augenblicklich zündeten. — Wir sehen hier ein Beispiel einer Friction homogener und heterogener Körper nach einem grössern Maassstab, dergleichen man bey solchen Anstalten gar viele machen könnte, wenn man nach Belieben verfahren dürfte.

ZWEITES KAPITEL.

Phosphorescenz heterogener Körper.

A.) Durch mässiges Reiben mit freyer Hand.

§. 135.

Der schicklichste Reibzeug zu diesen Versuchen wäre wohl derjenige Körper, der die Friction mit allen Substanzen aushielte, ohne angegriffen zu werden, also Diamant. Ich wählte hiezu eine ansehnliche Säule von ungeschliffenen Bergkrystall, als das beste, was ich bey Händen hatte.

Erfahrungen.

Mit Bergkrystall, als beständigem Reibzeug gerieben, leuchteten:

1. Einige *Marmor - Tafeln* von beträchtlicher Härte und verschiedener Farbe, aber sehr schwach; *Kalkspath* mit verschobenen Krystallen.
2. *Krystallinischer Flusspath*, sowohl geschliffener als ungeschliffener, sehr schön.
3. *Schwerspath*, ohngefähr wie Flusspath.
4. *Gebrannte Thonerden*, feinerer Art, als Porcellan, kölnische Pfeiffen, u. dergl. auch die Schmelztiegel, welche mit ihres gleichen gerieben, kein Licht zeigten.
5. *Serpentinstein*, roher, sehr schwach; geschliffener gar nicht.
6. *Vom Kieselgeschlecht*, verhielt sich alles wie oben §. 126. auch der harte Turmalin leuchtete, aber sehr schwach; *Feldspath* mit Hornblende mittelmässig.
7. Die gemengten *Gebirgsarten*, wie oben, gut.
8. *Metallstufen*, Krystallisirter Schwefelkies, Magnetstein, Blutstein, rothe und gelbe Blende.
9. Die *Laven* vom Aetna und Vesuv, *blaues Glas*, *blaue Glasschlacken*, durchaus sehr schwach.
10. *Perlmutter*, und ein *Zahn des Nilpferdes*, gaben sehr schwache Funken.

Mit Bergkrystall gerieben leuchteten nicht:

1. Die gewöhnlichen Kalksteine, die Tropfsteine, der Rhomboidalische Kalkspath, viele Marmortafeln, Stinksteine, u. dergl.
2. Die Gypssteine und Seleniten, sowohl krystallisirte als blätterichte.
3. Die ungebrannten Thonerden, die Kreide;
4. Asbests, Talk, Speckstein;
5. Braunstein, Wolframerz, Arsenik, Kobalt, Nickel, Spießglas, Wismuth, Bleyglanz;
6. Harze, Steinkohlen, Bernstein, Schwefel;
7. Versteinerte Schnecken und Muscheln;
8. Die Salzsteine, und andere Salzkryalle.

§. 136.

Bemerkungen.

Wir sehen zwar hieraus, daß sich beynahe alles so verhält wie oben §. 124 — 128. wo nur gleichartige Körper gegeneinander gerieben wurden; allein wer mit diesen Versuchen bekannt ist, der wird das Mißliche und Zweifelhafte dieses Verfahrens sogleich einsehen; indem es häufig unentschieden bleibt, ob das ausbrechende Licht dem Quarz oder dem anderen Körper, oder beyden zugleich zugehört. Viele Steinarten sind hart genug, um bey etwas stärkerm Druck Stückelchen vom Quarz oder Krystall loszureissen, ungeachtet sie die Eigenschaft nicht besitzen, durch mässige Friction zu leuchten; so bin ich überzeugt, daß das bey dem Serpentin, Turmalin, versteinertem Holz und Perlmutter beobachtete Licht nicht diesen Substanzen, sondern dem Bergkrystall zugehört; so erregt, nach Wedgwood, durch Brennen gehärteter Alaun Licht am Bergkrystall, aber nicht mit Seinesgleichen gerieben.

Auch dem Hrn. Gr. von Razumowsky entgieng diese Bemerkung nicht, und er suchte in zweifelhaften Fällen durch ein zweytes Reiben mit Glas die Sache zu entscheiden. „Die meisten Quarz- und Kieselsteine, sagt er, geben bey dem Reiben ein rothes, ihnen eigenes Licht von sich; durchsichtiges, ungefärbtes Glas hingegen hat kein phosphorisches Licht von eigener Farbe. *) Reibt man daher zweierley Steine gegeneinander, deren jeder sein eigenes Licht von verschiedener Farbe besitzt, so entsteht ein Gemisch von Licht, und man muß hernach erst durch Reiben mit Glas entscheiden, von welcher Farbe ihr eigenthümliches Licht ist.“ — Meines Erachtens eine sehr mißliche Probe, wozu Glas aus mehr als einer Ursache nicht taugt. Wird es durch Reiben matt, so leuchtet es gleichfalls, und der

*) Es ist schwer, den Sinn dieses Satzes zu errathen. Zwey Glasröhren vom reinsten weissen Glas aneinander gerieben, geben, so bald sie matt werden, ein goldgelbes, durch stärkern Druck sogar ein feuerrothes Licht.

Zweifel ist nicht gehoben; behält es seinen Schmelzglanz, so kann ein electrisches Licht entstehen, wie wir aus den §. 117. angeführten Versuchen der Hrn. Bernoulli und Cassini sehen. Sie bemerkten im Dunkeln ein Licht, wenn sie Diamant und Spiegelglas mit Quecksilberamalgama, oder mit *sehr dünnen* Gold-Silber-Kupferblättern rieben; das heisst, wenn sie gerade so verfahren, wie wir um mittelst unseren Glasmachines Electricität zu erregen. So sah der Hr. Gr. Razumowsky bläulichte Funken, wenn er Nickel an Glas rieb; vermuthlich ein electrisches Licht.

B.) Durch starkes Reiben an einem Laufenden Sandstein.

§. 137.

Die Stelle des Reibzeugs vertritt ein gewöhnlicher Schleifstein, womit man beynahe in jeder Haushaltung versehen ist, um die häuslichen Schneidwerkzeuge zu schärfen. Der meine hielt 14 Zoll im Durchmesser, und 2 $\frac{1}{2}$ Zoll in der Dicke. Mein Gehülfe drehte mit einer Geschwindigkeit, daß der Stein wenigstens zwey Umgänge in einer Zeitsecunde machte, und ich drückte die zu prüfenden Körper mit beiden Händen nach Kräften an den Stein, der immer trocken lief; die Temperatur des finstern Zimmers war 14 Gr. R. Bey so beträchtlicher Druckkraft und Geschwindigkeit hält der Dreher kaum eine Minute ununterbrochen aus; ich begnügte mich aber in den meisten Fällen mit einer Viertelminute, und verlangerte den Versuch nur selten auf eine halbe Minute.

Da mir über diese Art der Friction, ausser einiger Erfahrungen im Grossen, und etlichen Versuchen Wedgwood's nichts bekannt war, so unternahm ich eine geordnete Reihe von Versuchen durch alle Klassen der Körper, die so einer Prüfung fähig waren, ganz wie oben bey der Friction gleichartiger Körper. Um sie der Vergessenheit zu entziehen, und andere der Mühe zu überheben, setze ich sie her; wer an unvermeidlichen Wiederholungen Ekel findet, kann sie leicht überschlagen.

Erfahrungen.

§. 138.

Kohlensaure Kalkerden:

1. Bergmehl in Kugeln, sehr leicht zerreiblich, und dennoch schwach leuchtend an der Berührungsfläche;
2. Weicher Kalkstein, und detto mit Galmey, mittelmässig;
3. Was die hiesigen Steinmetzen zu Thür- und Fenstergesimsen verarbeiten, aus Sand, Kalk, und kleinen versteinerten Muscheln bestehend, sehr gut, mit feuerigem Licht; ebenso ein graulich-weisser, körniger Kalkstein, und ein vermeintlicher Arragonit.

4. Kalkspath, wasserheller, halbdurchsichtiger, glänzender, in Krystallen mit unregelmässig verschobenen Tafeln, sehr leichtbrüchig — leuchtet ausnehmend schön; blätteriger Kalkspath, sehr gut mit röthlichem Lichtkreis;
5. Der Rhomboidal - Doppelspath, sehr gut, schickt an der Berührungsfläche Strahlen aus.
6. Weisser Kalksinter, dicht mit schimmernden Bruch, ausnehmend schön, bildet an den Berührungspuncten eine flammende Lichtwolke, und um den Schleifstein einen leuchtenden Halbkreis;
7. Die Carlsbader - Steine, in allen Formen und Farben, rohe und geschliffene, leuchten durchgängig theils gut, theils mittelmässig, gewöhnlich röthlicht;
8. Nicht minder die Tropfsteine von mancherley Art; mit leuchtender Wolke und hellem Halbkreis;
9. Auch die sonst dunkelbleibenden Stinksteine erregen ein sehr schönes Licht;
10. Die verschiedenen Marmorarten geben ohne Ausnahm Licht, bald schwächer, bald schöner, vorzüglich die Tyroler.

Schwefelsaure Kalkerden:

11. Durchsichtiger Fasergyps mit Frauencis leuchtet gut;
12. Alabaster-Tafeln von mancherley Farben leuchten zwar, aber sehr schwach, sie schleifen sich sehr stark ab; es bildet sich weder Wolke, noch Kreis;
13. Gypsspath mit Adular, sehr schön krystallisirt, leuchtet auf keine Weise, und geht sogleich in Stücke.
14. Die Flussspathe leuchten sehr gut, vorzüglich die härtern, einer Politur fähigen; diese bilden Wolke und Kreis mit röthlichem Licht.
15. Der Pharmacolith gewährt ein mattweisses, ausgebreitetes Licht.
16. Sowohl die kohlen - als die schwefelsauren Schwerspathe leuchten mehr als mittelmässig gut.

Thonerde: 17. Die ungebrannten Thonerden leuchten nicht; auch nicht unser gemeines Hafnergeschirr, wohl aber Porcellan, kölnische Pfeife, u. dergl.

18. Gelbe Erde, ungeachtet sie leicht zerreiblich ist, leuchtet gut bey sehr schwachem Druck;

19. Der gewöhnliche Probierstein, Feldspath, Jaspis, Schörl, Opal, Labradorstein, Adular, Lilalit, Wetzschiefer, durchgängig gut, oder doch mittelmässig;

Talkerde: 20. Der Punamustein leuchtet gut, und bildet einen hellen Kreis;

21. So auch der Serpentin mit feuerigem Licht;

22. Selbst die verhärtete Talkerde bringt den Schleifstein zum Leuchten.

23. Amiant leuchtet nur am Berührungspunkt;

24. Natürlicher Meerschäum sehr schwach;

25. Der käufliche Talk gar nicht.

Kieselerde: Da hievon alles leuchtet, so bringe ich nur einiges bey;

26. Der Rosenquarz, selbst bey mässigem Druck, übertrifft alle übrigen Steine dieses Geschlechts;

27. Sehr schön leuchteten: Onyx, Calcedon, Bergkrystall, Quarz, roher und geschliffener Lasur; Zeolith aus Island; orientalischer Heliotrop;

28. Schön leuchteten: Carniol, böhmische Granaten, Prasem, weisses Glas, gelber Glasfluß — alles Feuer roth — schwächer leuchteten blaues Glas, blaue Glasschlacke; Schmidzunder desto schöner, je reiner und verglast er war;

29. Granit, aus welchem das alte Bergschloß Donaustauf gebauet ist, Porphyrganit, Schriftstein, Syenit, schillernder Thumerstein, durchaus vortreflich, feuerig; Wolke und Kreis.

30. Die Laven vom Vesuv und Aetna leuchten desto schöner, je weniger sie ausgebrannt sind; geschliffene Tafelchen sehr schön; Bimsstein kaum bemerkbar.

31. *Versteinerte Hölzer:* minder harte sehr schön, sehr harte kaum bemerkbar, für diese war der Schleifstein vermuthlich zu weich;

32. Bernstein gelber sehr schwach, schwarzer gar nicht; Steinkohlen nicht; es wurden von allen Arten einige geprüft; Buchen-Eichen-Fichten-Holz, (unser Brennmaterial) nicht.

Thierische Substanzen:

33. Alte Rindsknochen und daraus gedrehte Kunstsachen mittelmässig;

34. Zähne von Menschen und einheimischen Thieren sehr schön; Elfenbein schwach; die Zähne des Hipopotamus übertreffen alles, gleich einer Flamme hell leuchtend; ein Stein aus der Urinblase eines Menschen leuchtete sehr kenntlich, aus der eines Pferdes kaum bemerkbar.

35. Die Gehäuse der Fluß- und Seewürmer, so wie die Corallen, leuchten sehr schön, die ächte Perlmuttermuschel übertraf alle übrigen. Es schien mir, daß Härte und Dicke der Schale das Licht befördere.

Metallstufen oder natürliche Oxyde:

36. Rothcs Rauschgelb schön, gelbes nicht; 37. Malachit nicht;

38. Spatheisen zimlich gut, so wie gelbe Eisenerde in Kugeln;

39. Schwefelkies mit Blende schwach; Schwefelkies in Quarz sehr schön;

40. Zeisiggrüner Bleyspath, schwach; derber Bleyglanz in Würfeln krystallisirt bald sehr schön, bald schwach; 41. Zingrauppen mittelmässig;

42. Spiesglanz bald schwach, bald gar nicht;

43. Glaskopf mit Zinnober sehr schön;

44. Die *regulinischen Metalle*, wenn sie auch nicht bis zum Glühen erhitzt werden, bringen doch durch Druck und Bruch den Schleifstein zum Leuchten; so erregt überzinn-tes Eisenblech einen sehr hellen Kreis am Stein;

45. Zink leuchtet am frischen Bruch, aber nicht auf der flachen Seite — vermuthlich Licht des Steines. —

46. Eisen übertrifft alle Metalle; selbst wenn es noch nicht warm anzufühlen ist.
Salien: 47. Die rohen Salzburger- und Berchtholsgadener-Salzsteine leuchten theils mittel-
 mässig, theils schwach; Polnisches Steinsalz gleichfalls verschieden, manchmal kaum be-
 merkbar.
 48. Seignettesalz schwach; 49. Weinsteinkrystalle gut;
 50. Blauer Vitriol gut, mit Funken;
 51. Rother Alaun gar nichts; 52. Boraxkrystallen schwach;
 53. Mellis besser als Candiszucker — beyde schön. —

Bemerkungen.

§. 139.

So wenig auch diese Reihe von Versuchen zur endlichen Erklärung des Frictionslichts führt, so hat sie doch in mancher anderen Beziehung einigen Werth. Wir sehen hieraus den grossen Unterschied zwischen merklicher und starker Reibung ungleichnamiger Körper, hiemit auch die Wichtigkeit, die Körper nach allen Seiten und Umständen zu prüfen, ehe wir über die Ursachen der Erscheinungen absprechen. Es ergab sich:

a) Was den Schleifstein angreift, bringt ihn zum leuchten, und was der Schleifstein angreift, wird dadurch leuchtend, wenn es hiezu fähig ist; hiemit kann ein gegenwärtiges Angreifen auch ein doppeltes Licht hervorbringen. Welchem von beyden das jedesmalige Licht angehöre, bleibt zuweilen, doch nicht immer, unentschieden.

b) In den meisten Fällen zeigt sich ein doppeltes, sehr auffallendes Lichtphänomen; an den Berührungsflächen eine *leuchtende Wolke*, und um den Umfang des laufenden Sandstein ein *leuchtender Halbkreis*, oder Bogen. Beyde werden von dem abgeriebenen, und durch Erhitzung leuchtenden Staub der Materialien, so wie des Schleifsteins gemeinschaftlich gebildet. — Ein bey anhaltenden Versuchen sehr lästiger Staub — Das Licht an der Wolke ist heller, als das des Bogens; letzteres bleibt manchmal ganz aus; kann aber auch doppelt und dreifach seyn, nach Beschaffenheit der Berührungspunkte.

c) Dieses Frictionslicht ist bey guten Phosphorn des Kieselgeschlechts (z. B. bey Quarz Bergkrystall) nicht so rein, auch nicht so hell, wie bey starker Reibung gleichnamiger Steine.

d) Halten wir die Liste §. 137. mit jener §. 124. u. f. zusammen, so ergibt sich, dass am Sandstein gar viele Substanzen leuchten, welche mit ihresgleichen mässig gerieben dunkel bleiben. — Wirkung des stärkern Drucks durch die Geschwindigkeit unterstützt — Folge der Erhitzung — denn

e) Alle Körper erhitzen sich sehr stark, und man kann diese Erhitzung bis zum Glühen und Verbrennen treiben. Bey gleichem Verfahren erhitzen sich verbrennliche Körper des Thierreichs schneller, als unverbrennliche Fossilien.

- f) Immer entsteht ein lästiger Geruch, der vom Schleifstein herrührt, und vom geprißten Körper häufig vermehrt wird; bey stärkerm Druck mit Friction riecht alles.
 g) Calculus humanus leuchtet gut, wegen Vorrath an Phosphorstoff; calculus equinus leuchtet nicht, aus Mangel dieses Stoffs — übereinstimmend mit meinen Bemerkungen S. 414. §. 118.

§. 140.

So schön sich diese Versuche im Finstern ausnehmen, so sind sie doch nur ein Kinderspiel in Vergleich dessen, was man auf einer grossen Schleifmühle sieht, welche vom Wasser getrieben wird. Hier nur einiges von dem, was ich am grossen, $7\frac{1}{2}$ Fufs im Durchm. haltenden, Schleifstein der hiesigen Donau-Schleifmühle zu bemerken Gelegenheit hatte. Man erlaubte mir mit dem unbenetzten Stein zu experimentiren; ich wählte im Winter eine Abendstunde, da man noch bequem ohne Kerzenlicht arbeiten konnte.

a) Ein 4 Linien dicker eiserner Nagel wurde in Zeit einer Viertelminute auf ein Zoll lang weifsglühend, und wie Wachs beugsam, die ausfahrenden Feuerfunken glichen einem Kometenschweif; fähig, etwas mehr als Zündschwamm zu verbrennen.

b) Eine messingene Schiene, 4 Zoll breit und 1 Linie dick, forderte bis zum sichtbar Glühen beynahe eine Minute; dann glühte sie aber durch ihre ganze Breite.

c) Eine Glasröhre, 6 pariser Linien im Lichten, und eine Linie dick, glühte zwar und schmolz an den Berührungspunkten, allein sie hielt nie über acht Secunden aus ohne abzuspringen, eine Folge der zu schnellen und ungleichen Erhitzung; ihr Funkensprühen war mit dem des Stahles und Eisens nicht zu vergleichen.

d) Holz rauchte und verkohlte sich, ohne Feuer zu fangen; wobey ich erinnern muß, daß der Schleifstein nicht ganz trocken war; indem er kurz zuvor noch naß lief.

e) Bey kieselartigen Steinen war der Unterschied der Licht-Intensität zwischen hier und meinem häuslichen Schleifstein nicht sehr auffallend; auch dauerte ihr Leuchten nicht länger als die Friction; die abspringenden Funken und ausfahrenden Lichtstrahlen erregten kaum eine merkliche Wärme auf meiner Hand.

f) Selbst Flussspath leuchtete nach geendigter Friction nicht mehr sichtbar bey der Dämmerung; wie es doch hey äusserer Temperaturerhöhung (oben S. 143. 144.) zu geschehen pflegt — merklicher Unterschied zwischen Erwärmung durch Mittheilung, und durch Friction. —

g) Macht man obige Versuche auf dem mit Wasser reichlich versehenen Schleifstein, wie man ihn gewöhnlich braucht, so nimmt das Licht merklich ab. Stahl und Eisen sprüht zwar auch in diesem Falle noch reichliche Funken; allein sie brennen nicht, so lang sie mit dem nach der Tangente weggeschleuderten Wasser umgeben sind; wohl aber, wenn sie die Wasserhülle durchbrechen — sehen wir das Eisen unter Wasser rothglühen!

h) Als ich einige Versuche auf dem nassen, zum Theil in Wasser laufenden Schleifstein auf meinem Zimmer wiederholte, blieb sowohl die helle Wolke als der leuchtende Bogen aus, und das Frictionslicht beschränkte sich auf die Reibungsfläche, wie es auch geschieht, wenn man kieselartige Steine unter Wasser aneinander reibt, manche Fossilien leuchteten auf dem nassen Wege gar nicht mehr.

i) Die abgeriebenen Bruchstückelchen der meisten Fossilien belegen den rauhen Sandstein so sehr, daß er bald zur Friction, mithin auch zum Schleifen untauglich wird, und nur zum Poliren dient. Rohe Eisen - Geräthschaft giebt ihm die nöthige Schärfe wieder. Dieses gilt vom grossen, wie vom kleinen Schleifstein.

k) Auf Schleifmühlen zieht man einen mittelmässig weichen Stein dem groben, harten vor; für den Experimentalphysiker dürfte wohl dieser den Vorzug haben.

DRITTES KAPITEL.

Phosphorescenz durch Reibung, welche auf eine sehr kleine Fläche beschränkt ist.

§. 141.

Ausser den bisher angeführten Arten der Friction giebt es noch viele andere, z. B. das Sägen und Raspeln des Holzes, das Feilen der Metalle, das Schneiden der Steine, das Schleifen des Glases und der Edelsteine, u. dergl., wo es nicht fehlen kann, im Finstern ein Leuchten zu bemerken. So etwas ergiebt sich, wie wir wissen, durch Feilen am Eisen, noch leichter am Zink, am auffallendsten an der Reaumur'schen Composition aus Spiesglas und Eisenfeile (*Mem. de l'Acad. Roy. 1756, p. 598, f.*) oder nach Nollet aus Zink und Eisenfeile, vorzüglich wenn man eine grobe und schwere Feile braucht. Allein wir lernen daraus nur, was wir längst wussten, daß Metalle durch Reiben bis zum Verbrennen können erhitzt werden; daß es zweierley Arten von Frictionslicht giebt; daß alles Verfahren auf Druck und Bruch hinausläuft, u. s. f., daher ich nicht dabey verweile. Nur eine Behandlungsart dürfte ich nicht übergehen, weil das Programm des französischen Instituts ausdrücklich davon Meldung machte, daß nämlich zuweilen ein Lichtstreifen entsteht, wenn man über Fossilien mit einer Radiernadel, oder wohl gar nur mit einer Schreibfeder wegfährt. Die Herren Henkel und Hoffmann entdeckten dieses zuerst bey'm Galmey - Ofenbrück; bey der gelben Schwarzenberger - Blende, und bey'm Flußspath; späterhin die Herren v. Dolomieu und Gillet - Laumont bey einigen Marmorarten, und sie hätten es noch bey vielen andern Fossilien sehen können, wenn sie sich damit hätten abgeben wollen.

Meines Erachtens ist diese Erscheinung weder neu, noch von Wichtigkeit; denn wenn Mineralien schon durch gegenseitiges Reiben leuchten, so laßt sich wohl erwarten, daß sie auch durch Streichen mit einer Feile, oder stählernen Spitze Licht geben. Allein da das Institut diesen Gegenstand seiner Aufmerksamkeit würdig achtete, so unternahm ich hierüber eine ähnliche Reihe von Versuchen, wie durch Reiben. Als Reibzeug diente mir eine gehärtete Radiernadel von Stahl; mit welcher ich über die Oberfläche der Mineralien wegfuhr; alle Versuche wurden zu Nachts in einem ganz finstern Zimmer gemacht. Um dem Leser nicht durch monotonische Tabellen lästig zu fallen, trage ich die erhaltenen Resultate, wie (Abhandlung I., u. III.) in Erfahrungssätzen vor.

§. 142.

A. Licht durch Streichen mit einer Radiernadel.

I. Satz. Alle Steine des Kieselgeschlechts, welche durch gegenseitige Friction leuchten, zeigen auch mit der Stahlspitze gestrichen einen Lichtstreifen.

Schon ein mittelmässiger, häufig selbst ein ganz schwacher Druck ist hiezu hinreichend. Daß das Licht vom Stein, und nicht vom erhitzten Stahl herrühre, beweiset der Umstand, daß dieses Leuchten auch unter eiskalten Wasser erfolgt. Ganz anders verhält sich die Sache, wenn man, wie Gillet - Laumont, mit einer Messerklinge oder einem Feuereisen in freier Luft anschlägt; denn hier erhält man gewöhnlich ein doppeltes Licht, vom Stein und Stahl zugleich; also Leuchten und Verbrennen.

II. Satz. Die meisten Marmorarten leuchteten gleichfalls, vorzüglich, wenn ich die Nadel über frischen Bruch wegfuhrte, noch schöner zeichneten sich der Schwerspath und besonders der Flussspath aus.

Je härter der Kalkstein ist, desto besser schickt er sich zu solchen Versuchen. Allein bey einigen Marmortafelchen war es mir unmöglich, durch Streichen mit der Nadel Licht zu erhalten, was doch der viel weichere Kalkspath lieferte. Der Fluß- und Schwerspath empfahlen sich auch hier sowohl durch die Lebhaftigkeit des Lichts, als durch den hiezu erforderlichen mässigen Druck.

III. Satz. Die Steine des Thongeschlechts und die im Ofen gebrannten Thonerden, welche oben durch gegeneinander Reiben phosphorisch wurden, zeigten auch unter der Radiernadel Lichtstreifen.

IV. Satz. Kein Fossil des Talkgeschlechts konnte auf diese Art leuchtend gemacht werden, mit Ausnahme des Tremoliths.

Es ist sonderbar, daß der Nephrit, Speckstein, Serpentinsteine, Kyanit, u. dergl. ohngeachtet ihrer Härte weder gegeneinander, noch mit der Nadel gerieben, leuchten, da sie doch am Feuereisen reichliches Licht geben, sie sind also hart genug, um Stahl bis zum Verbrennen zu erhitzen, aber nicht fähig, aus ihrer eigenen Substanz Licht zu liefern. Der Tremolith hat sein Licht vermuthlich dem Zusatz von Kiesel- und Kalkerde zu verdanken.

V. Satz. Auch verschiedene Metallstufen geben mit der Stahlspitze Licht im Dunkeln.

Das gelbe Kupfererz, der Schwefelkies, der Glaskopf, und die Blende, vorzüglich die gelbe, zeichneten sich vor andern aus. Durch Streichen eines harten, äusserlich warzenförmigen Glaskopfes erhitzte sich die Nadel so sehr, dass sie für die Hände unerträglich wurde, was mir bey keinem andern Körper vorkam.

§. 143.

B.) Licht durch Streichen mit einer Schreibfeder.

Gleichwie es Körper giebt, welche schon bey einem mittelmässigen Grad äusserer Wärme im Dunkeln leuchten, so finden sich auch einige, welche durch einen sanften Strich einer Schreibfeder, oder eines hölzernen Stäbchens zum phosphoresciren gebracht werden.

Die erste Nachricht hierüber finde ich in dem oben angezeigten Aufsatz des Hrn. Gr. v. Razumowsky, wo erzählt wird, dass Hr. Prof. Hermann in Straßburg mehrere Erdar-ten, welche unter dem Namen Steinmark, (Lithomarga) vorkommen, blos durch Streichen mit einer Schreibfeder leuchtend gemacht habe. *) Dasselbe Licht erhielt der Hr. Berg-hauptmann von Trebra aus einem milchweissen Steinmark im Georgstollen bey Clausthall, (Blumenbach's Handbuch der Naturgesch. Art. Steinmark.) Beym Zucker und der Blende kann dieser Versuch wohl nicht neu seyn. Hr. v. Dolomien will ihn auch bey einigen Mar-morn mit Erfolg gemacht haben. Robert Boyle brachte seinen Diamant durch Streichen mit einer Bürste zum Leuchten, Borax Gummi elemi, mit etwas scharfen geritzt leuchten. Mei-ne Erfahrungen bestehen kürzlich in folgendem:

§. 144.

Durch Streichen mit einem zugespitzten Federkiel leuchteten:

a) aus dem Kalkgeschlecht: 1. Ein Bruchstein aus der hiesigen Gegend, welcher häufig bey dem Bau gebraucht wird, und aus Kalkerde, Sand und kleinen versteinerten Muscheln zu-sammengesetzt ist. 2. Grobeingesprengter, krystallisirter Apatit. 3. Hiesiger Flussspath.

b) aus dem Thongeschlecht: 1. Gemeiner Feldspath aus Baiern, schwach. 2. Feld-spath mit eingesprengtem straligen Glimmer. 3. Blätteriger Glimmer. 4. Weisser Hafner-thon, sehr gut, mit ununterbrochenen Lichtstreifen. 5. Weisser Thon, mit etwas Sand und

*) Der Hr. Gr. setzt hinzu: „ce sont les argillae crustaceae Wallerii. — — Elles appartiennent plutôt au „genre des argilleuses qu'à celui des marnes. Ce que l'on nomme Medulla Saxorum, Steinmark, peut „être aussi bien une terre de la nature des argilles, qu'une terre marneuse selon les lieux où on la „trouve.“

Walkererde, aus Baiern; mittelmässig. 6. Gelbe, und bläuliche leicht zerreibliche Porcellanerde, aus der Oberpfalz.

c) aus dem Talkgeschlecht fand ich leuchtend den glasartigen, und den asbestartigen Tremolit; ein mit Tremolit und Dolomit gemengtes Stück.

d) aus dem Kieselgeschlecht leuchteten: 1. Krystallisirter Sandstein. 2. Dergleichen mit Muscheln. 3. Harter Sandstein mit aufsitzenden Krystallen. 4. Eine Bleystuffe mit Krystallen. 5. Die zarten Krystallen im Innern der Sandkugeln, welche bey Ingolstadt brechen. 6. Der Mutterquarz einer Krystallgruppe vom Fichtlberg. 7. Dergleichen aus dem ehemaligen Dauphiné. 8. Quarzdruse mit Bley und Schwefelkies aus Baiern. 9. Rothe Krystalldruse aus Sachsen. 10. Bergkrystall im frischen Bruch. 11. Fleischrother Kieselschiefer. 12. Roher Achat auf frischem Bruch. 13. Ungeschliffener Onyx aus Italien. 14. Calcedon auf einem frischen Bruch. 15. Roher Lasurstein.

Zu allen Steinen des Kieselgeschlechts vorzüglich zu den letztern wurde ein starker Druck erfordert, und der Federkiel wurde sehr abgenutzt und stumpf.

VIERTES KAPITEL.

Bemerkungen über obige Versuche.

A.) Vom Reiben gleichnamiger Substanzen.

§. 145.

Allgemeinheit dieses Lichts.

Das erste, was unsere Aufmerksamkeit verdient, ist die Allgemeinheit dieser Phosphoreszenz durch das gesammte Reich der Fossilien (mit Ausnahme der weichen Talkerden,) selbst ohne fühlbare Erwärmung. Man war bis auf unsere Zeiten der Meinung, daß nur gewisse Fossilien durch Reiben oder Streichen Licht verbreiten, wesswegen man es als ein charakteristisches Zeichen derselben anführte. Als z. B. Hr. Lenz bemerkte, daß der Sandmergel, welcher am Ufer der Leutra bey Jena bricht; mit einem Messer im Finstern gestrichen, sehr gut leuchtet, betrachtete er dieses Licht als eine bey'm Sandmergel ungewöhnliche Erscheinung, und gab ihm den Namen *Leutrit* (v. Moll *Jahrbucher der Berg- und Hüttenkunde*, B. III. 1799.) da doch der Sandmergel schon mit sich selbst gerieben leuchtet, (§. 124, n° 4,) auch durch Streichen mit einer Schreibfeder dazu gebracht wird. (§. 142.) Derley Angaben kommen in unseren Anfangsgründen der Mineralogie häufig vor. Meines Erachtens muß es mehr Aufmerksamkeit erregen, wenn ein Fossil durch Reiben nicht leuchtet, als wenn es diese Eigenschaft besitzt.

§. 146.

Stufenfolge nach dem Grade des Lichts.

a) Vor allen zeichnet sich das *Kieselgeschlecht* aus, indem es vermuthlich kein ächt kieselartiges Fossil giebt, das nicht, durch Friction mit einem gleichnamigen, Licht verbreitet, und zwar häufig bereits bey schwachem Druck, wovon oben zwey und zwanzig Beyspiele vorkommen, und noch eben so viele beygefügt werden könnten. Der faserige Zeolith, der Turmalin und Schörl, blieben dunkel: ist die Politur, oder die Mischung mit Thonerde, oder ihr Gefüge daran Schuld? vermuthlich nur die Politur; denn bey stärkerem Druck am Schleifstein leuchteten sie.

b) Hierauf kömmt das *Thongeschlecht*, wovon so manches selbst den Fluß- und Schwerspath übertrifft. Der Feldspath verdient hier, wie oben S. 156. eine besondere Erwähnung, indem er sich vor allen Thonarten auszeichnet, (etwa wegen der vorwiegenden Kieselerde?) Was im natürlichen Zustand nicht leuchtet, erhält diese Eigenschaft durch das Brennen; erhärten im Glühofen, z. B. die reine Thon- und Porcellanerde.

c) Im *Kalkgeschlecht*, stehen der Pharmacolith, und die Flußspathe oben an; die kohlen sauren Kalksteine bleiben weit zurück. Bey den Marmorarten scheint es nicht so sehr auf die Härte, als auf ihr mehr oder weniger krystallisches Gefüge anzukommen. Dafs ich einige derselben nur durch Collision zum Leuchten brachte, geschah vermuthlich aus Mangel der nöthigen Druckkraft. Auch muß ich erinnern, dafs meine Marmorn in Tafelchen geschnitten waren, und selbst auf der unpolirten Rückseite keine bedeutende Rauheit hatten.

d) Den letzten Platz nehmen die Talkerden ein, worauf ich schon oben aufmerksam gemacht habe.

§. 147.

Beförderungsmittel des Leuchtens.

Bey ganz gleichartigen Substanzen wächst das Licht mit der Sprödigkeit, der Rauhe ihrer Oberflächen, der Stärke des Drucks, und der Geschwindigkeit des Hin- und Herfahrens, wovon man sich an Quarz und Bergkrystall überzeugen kann.

Die anfängliche Temperatur der zu prüfenden Körper hat auf die Intensität des Lichts gleichfalls einen Einfluß; was man aber nicht leicht bey den Kieselerden, sondern mehr bei Flußspath und Marmor bemerkt; denn bey den bessern Phosphorn dieser Art erfolgt das Licht unter dem Gefrierpunct des Thermometers so gut, als in den warmen Sommertagen. Um übrigens den Verdacht zu beseitigen, dafs nicht etwa die Wärme des Mediums und der Substanzen einen beträchtlichen Einfluß auf den Erfolg meiner Versuche gehabt habe, nahm ich die Hauptversuche mit den gleichnamigen Fossiln (§. 124, u. f.) einmal im Winter bey $+ 2$ des Zimmers, und ein zweytesmal im Sommer, bey $+ 20$ ohngefähr vor.

Dafs bey den Salien die Trockenheit auf das Leuchten grossen Einfluß habe, ist sehr begreiflich. Minder wirksam ist das Medium. Hauksbee machte viele dieser Versuche in möglichst verdünnter Luft, Wedgwood und Davy auch in unathmenbaren Gasen, ich unter Wasser und Oel. Ueberall erfolgte Licht; die reine Luft scheint also kein nothwendiges Bedingniß, ja nicht einmal ein Beförderungsmittel dieser Phosphorescenz zu seyn. Dessaignes will Cantons Phosphor selbst in der torricellischen Leere leuchtend gesehen haben; allein er giebt sein Verfahren dabey nicht an. —

§. 148.

D a u e r d e s L i c h t s .

Das durch mässiges Reiben gleichnamiger Substanzen erregte Licht beschränkt sich auf die Zeit der Friction und auf die Berührungsflächen, oder es ist *momentan* und *local*. Reine Kiesel- und Quarzstücke werden durch lebhaftes Reiben ganz durchsichtig, und verbreiten so viel Licht, dafs man die Gegenstände in der Nähe deutlich unterscheiden kann. Schlägt man sie gegeneinander, damit kleine Bruchstücke abspringen, so bildet sich ein Lichtstreifen von mehrern Zollen, gleich einem electrischen Lichtbüschel; ohngefähr das, was am Schleifstein den leuchtenden Halbkreis bildet.

Dafs man durch anhaltendes, kräftiges Reiben, z. B. am Schleifstein, ein andauerndes Leuchten, ein Glühen, erzwingen kann, wie durch äussere Erhitzung, ist sehr begreiflich; allein auch dieses erfolgt selten, wie man aus §. 139. f. ersieht, und verschwindet schon nach wenigen Secunden; doch versichert Hr. Severgyne, oder Sewergin, (*Acta Nova Acad. Scient. Petropol. Tom. XI. pag. 13, histor. 14. Mart. 1795,*) dafs der Adular hievon eine merkwürdige Ausnahme mache. Er sagt: „L'adularia de Pini, frappé par un morceau de „Quarz donnoit non seulement de nombreuses étincelles, mais il luisoit encore fortement au „tour de l'endroit de percussion, et sa lueur phosphorique duroit plusieurs minutes de suite.“ Mir kam so etwas nie vor.

§. 149.

F a r b e d e s L i c h t s .

Es ist beynahe unmöglich, hierüber etwas Bestimmtes anzugeben, indem die Farbe des Lichts nicht nur von der Natur und Farbe der geriebenen Substanz, sondern auch von der Stärke des Drucks, von der Einrichtung des Auges, und vielen andern Nebenumständen abhängt. Daher wechselt hier die Farbe noch mehr, als bey der Phosphorescenz durch äussere Temperaturerhöhung, wovon ich S. 219 u. f. umständlich gehandelt habe. Ich habe die Friction nach allen Hauptarten und Abänderungen untersucht, und in dieser Hinsicht nichts Constantes gefunden, daher es mich wundert, wie andere aus karglichen Versuchen so be-

stimmt absprechen können. Nur folgendes wird man grösstentheils bestätigt finden: Eine schwache Reibung giebt nur einen mattweissen Schimmer, dieser wächst mit dem Druck, und kann bey Bergkrystall bis zum blendenden ins goldgelbe spielenden Glanz übergehen: bey weissen Glas wird er feuerroth. Sonst ist auch das weissliche und blafsgebliche Licht ein Zeichen von schwacher Leuchtkraft, das goldgelbe und feuerrothe von starker. Am Schleifstein ändert sich alles; hier ist feuerroth die herrschende Farbe.

Das Frictionslicht wird durch's Prisma zerlegt, diese Farbenzerlegung nimmt sich bey Bergkrystall, bei Rosenquarz, und anderen hell leuchtenden Fossilien sehr gut aus; bey schwachen Phosphoru hingegen ist sie kaum bemerkbar.

§. 150.

E l e c t r i c i t ä t.

Die Frage ist hier nicht, ob durch Reiben und Streichen Electricität erregt werde, sondern ob das durch Reiben gleichnamiger Fossilien ausbrechende Licht ganz derselben Art sey, wie wenn wir unsere electrischen Glasscheiben und Cylinder im Finstern reiben, und Licht ausströmen sehen? Letzteres ist nicht wahrscheinlich aus folgenden Gründen:

a) Alle Körper, welche durch Reiben in freyer Luft gut leuchten, geben auch unter Wasser ein schönes Licht. Was geschieht aber, wenn man eine Electrisirmaschine unter Wasser in Wirkung setzt?

b) Körper, welche sonst durch schickliches Reiben Zeichen der Electricität geben, äussern selbst gegen das empfindlichste Electrometer kein Anziehen, wenn sie mit gleichnamigen Substanzen gerieben phosphoresciren. Z. B. Eine Glasröhre mit einem amalgamirten Leder gerieben verbreitet einen Ueberflufs von Electricität (durch Anziehen, Mittheilen, u. dergl. versinnlicht) aber sehr wenig Licht im Dunkeln; dieselbe Glasröhre mit einer zweyten stark gerieben verbreitet einen Ueberflufs von Licht, aber kaum ein bemerkbares Anziehen, Mittheilen, u. dergl. am Electrometer.

c) Reibt man zwey wohlgetrocknete Glasylinder längere Zeit aneinander, und setzt man zugleich den einen dieser Cylinder mit einer kleinen Verstärkungsflasche in Verbindung, so erhält man zwar zuletzt einen schwachen Funken durch Entladung; allein dieser so schwache Funken steht mit der durch Reiben erzeugten Lichtmenge in gar keinem Verhältnifs. Wäre das durch gegenseitiges Reiben zweyer Quarzstücke ausbrechende Licht identisch mit dem vom Hauptconductor einer Electrisirmaschine, wenn er mit Spitzen versehen ist, ausströmmenden, so müfste schon nach einer halben Minute die grösste Verstärkungsflasche überflüssig geladen seyn, da sie jetzt kaum ein Goldblättchen - Electrometer in Bewegung setzt. So wahrscheinlich es also ist, dafs in allen Körpern durch Reiben Electricität erregt wird, so unwahrscheinlich kömmt's mir vor, dafs alles Frictionslicht electrischer Natur und Abkunft sey.

§. 151.

G e r u c h.

Alle Fossilien, ja ich getraue mir zu sagen, alle feste Körper verbreiten einen Geruch, wenn sie durch Reiben abgenutzt werden. Streng genommen hat jeder Körper seinen eigenthümlichen Geruch, wie seine eigenen Bestandtheile, seine eigene Mischung, und seinen eigenen Bau, wovon vermuthlich die Verschiedenheit des Geruchs, so wie der Phosphorescenz abhängt, bey demselben Körper wächst und wechselt er mit der Stärke der Reibung. Er gleicht wohl zuweilen jenem des geschwefelten Wasserstoffgas, des Knoblauchs, des Phosphors, der Electricität, u. dergl., allein alle diese Vergleichen sind unvollkommen.

Dafs er mit der Phosphorescenz in keiner nothwendigen Verbindung stehe, läfst sich daraus schliessen, weil er sich auch bey nichtleuchtenden Substanzen äussert, z. B. bey regulinischen Metallen; weil er manchmal stark ist bey sehr schwachleuchtenden z. B. bey den Stinksteinen, und schwach bey gutleuchtenden, z. B. bey Diamant.

Dieser Geruch deutet auf eine durch Reibung bewirkte Zersetzung — Metallverdampfung, Kieselverdampfung — wie sie Ritter figurlich nennt. — So ist denn die Zersetzung eine Folge der Friction, wodurch dieses und jenes entweicht, was auf Auge und Nase wirkt. —

Soviel vom Reiben gleichnamiger Körper mit freier Hand, oder mit mässigem Druck.

§. 152.

B.) Folgen des verstärkten Drucks.

Aus den Versuchen §. §. 130 — 135. ergiebt sich, dafs der Erfolg so zimlich derselbe bleibt, man mag schwächer oder stärker andrücken; dafs man also bey Fossilien nie ein Leuchten durch Erhitzung zu befürchten hat, so lang nur Menschenkraft allein wirkt, und die Geschwindigkeit nicht durch Maschinen beträchtlich erhöht wird. Der Experimentator läuft daher nie Gefahr sich zu täuschen, oder falsch zu schliessen, so lang er *a) nur gleichnamige Körper wählt: b) diese nur gegeneinander reibt, nicht aber schlägt oder auf eine andere Art behandelt: c) nicht Maschinen, sondern blos die Muskelkraft seiner Arme anwendet*, das heisst, die Körper zwischen freier Handen reibt. Auf diese Art wird er weder den Druck, noch die Geschwindigkeit auf den zur fühlbaren Erhitzung nöthigen Grad erhöhen, sondern viel früher ermüden, und daher ein eigentliches Frictionslicht durch Bruch rauher Oberflächen, nicht aber ein Compressionslicht durch Druck und Wärme erhalten. Dieses gilt von den unverbrennlichen Fossilien, vorzüglich von den verschiedenen Steinarten; denn bey verbrennlichen Substanzen verhält sich die Sache anders.

§. 153.

Ueber die Wirkungen der Friction an einem laufenden Sandstein habe ich bereits §. 138. und 139. einige Bemerkungen gemacht, denen ich folgendes beyfüge:

Alles Licht der Fossilien ist hier gemischt, oder von doppelter Art, es ist anfänglich ein wahres Frictionslicht, ein Leuchten durch Bruch; hiezu reicht schon der häusliche Schleifstein hin; auf grossen Schleifmühlen übertrifft der Erfolg alle Erwartung. Kein Wunder also; wenn man durch so eine Behandlung alles zum Leuchten bringen kann. Würde ich aber nicht einen offenbaren Fehlschluss machen, wenn ich das Licht der schwächsten, so wie der heftigsten Reibung auf dieselbe Art erklären, und nur der Intensität nach verschieden betrachten wollte? Kann denn nicht dasselbe Phänomen auf mancherley Art, und durch Wirkung ganz verschiedener Grundkräfte entstehen? Der Flusspath eine kurze Zeit dem Sonnenlicht ausgesetzt, leuchtet im Finstern; derselbe Flusspath auf einem Ofen erhitzt, leuchtet gleichfalls; ist daran beyderseits die Erwärmung Ursache? Dem ersten Anschein nach könnte man so etwas vermuthen; allein das dem nicht so ist, wissen wir aus dem vorhergehenden. Wenn daher zwey Stücke von Flusspath mässig gegeneinander gerieben im Finstern leuchten, ohne sich unserm Gefühl nach im mindesten zu erwärmen; am laufenden Sandstein hingegen bey starkem Druck sich bis zum Glühen erhitzen, und dabey merklich besser leuchten, so habe ich zwar einen Grund, beyde Phänomene auf dieselbe Art zu erklären; allein es wäre auch möglich, daß die nur der Intensität nach verschiedenen Resultate auf ganz zerschiedenen Ursachen beruhten; die Klugheit erfordert also, mit dem Endurtheil einzuhalten, und die Sache noch weiter zu untersuchen. Newton's Regel: *Effectuum ejusdem generis eadem sunt caussae* darf nur mit vieler Behutsamkeit und Einschränkung angewandt werden.

Der auffallende Unterschied, den man bey den Steinen des Kieselgeschlechts bemerkt, je nachdem man sie entweder gegeneinander, oder am laufenden Sandstein reibt, muß den Naturforscher sogleich aufmerksam machen. Im ersten Fall ist das Licht viel reiner, glänzender, und reichlicher, als im zweyten. Glas, als ein Kunstproduct, taugt zur Entscheidung dieser Frage nichts.

§. 154.

Die Versuche des 3ten Kap. geben wenig Aufschluß für die Theorie, und sind überhaupt von geringem Interesse. Ein Fossil mit einer stählernen Spitze streichen und aufritzen ist Reiben, Feilen, und Brechen zugleich. Der auf eine Linie beschränkte Druck ist von grosser Wirkung, und erregt eine augenblickliche sehr beträchtliche Erhitzung; hiebey will ich nicht verweilen.

Nur folgende Umstände verdienen ausgehoben zu werden:

a) Manche Marmorarten bleiben unter der Radiernadel dunkel; aber der nicht härtere rhomboidalische Kalkspath leuchtet; vielleicht weil durch Streichen und Ritzen Blätter aufgehoben, und losgemacht werden? (§. 80, 82.)

b) Weicher Thon, Walkererde, zerreibliche Porcellanerde leuchten schon mit dem Federkiel gestrichen, der Mergel manchmal sogar mit einem Strohhalm; der harte Speckstein hingegen widersteht der gehärteten Radiernadel — — die Ursache hievon muß wohl in den Substanzen selbst liegen.

c) Was giebt der gelben Blende den Vorzug einer so ausgezeichneten Phosphorescenz durch Reiben? vermuthlich das Verbrennliche seiner Bestandtheile, namentlich der Schwefel.

§. 155.

Ziehe ich obige Bemerkungen noch enger zusammen, so ergibt sich, daß das eigentliche Frictionslicht abhängt und modificirt wird:

a) *Von der Natur, und Structur der geprüften Substanzen*, je nachdem sie aus Kiesel-Thon-Kalk- oder Bittererde bestehen; noch unverändert, oder durch mechanische und chemische Processe bereits umgestaltet; regulinisch, oxydirt, oder verglasert; verbrennlich oder unverbrennlich sind, u. s. f.

Die Stufenfolge natürlicher, roher, Fossilien kömmt §. 145. vor. — Durch die Kunst und durch chemische Processe kann man einige sehr gute Phosphorn machen, wie uns der Zucker, und Kunkel's Phosphor zeigte. Regulinische Metalle geben bey der gewöhnlichen Friction gar kein Licht, ihre Oxyde nur in wenigen Fällen. Auch die Verglasung vermindert in der Regel die Phosphorescenz mehr, als sie selbe befördert. Unverbrennliche Körper verhalten sich besser, als verbrennliche; die Harze, die Steinkohlen, u. dergl. geben durch Reiben kaum einige Spuren von Licht.

b) Wir sehen ferner, daß bey derselben Substanz ihre *Sprödigkeit und Cohärenz*, die *Rauhigkeit* oder *Politur* der Oberfläche, so wie die Anwendung eines schwächern oder stärkern *Drucks*, einer grössern oder kleinern *Geschwindigkeit* beym Reiben viel Einfluß hat.

Ein gewisser Grad nicht so sehr der Härte als der Sprödigkeit und eine rauhe Oberfläche, sind wesentliche Bedingnisse, um durch gewöhnliches Reiben Licht zu erhalten; es muß nämlich Bruch, und zwar rascher Bruch entstehen, gerade wie rascher Druck beym *Compressionslicht*. Stärke des Drucks nützt in dreyfacher Hinsicht: er erhöht die Temperatur bewirkt Rauhigkeit glatter Oberflächen, und verursacht einen raschen Bruch. Da aber auch manche sehr harte und spröde Körper, selbst bey einem beträchtlichen Druck, dunkel bleiben, hingegen andere, leicht zerbrechliche, durch sanfte Reibung schon leuchten, so sehen wir, daß noch etwas mehr hiezu erfordert wird.

c) Nicht minder hängt der Erfolg zum Theil von *der Beschaffenheit des Reibzeuges* ab, ob er weich oder hart, glatt oder rauh, flüssig oder starr, mit dem geriebenen Körper

homogen oder heterogen, ein Leiter oder nicht Nichtleiter der Wärme ist. In der Regel muß er wenigstens so hart als der geriebene Körper seyn, indem er sonst nicht wirkend, sondern nur leidend sich verhält; ein weicher oder ein flüssiger Reibzeug kann wohl electrisches Licht hervorlocken, aber kein Frictionslicht, wie wir bey einer Glasscheibe sehen, wenn sie in flüssigem Quecksilber schnell umläuft. In manchen Fällen kann die Stärke des Drucks den Mangel der Härte und Sprödigkeit ersetzen, wie bey dem Streichen mittelst einer Schreibfeder, wenn wir doch jene Versuche hierher rechnen wollen. Nur das aneinander Reiben homogener Körper giebt die sichersten Resultate, und nur dieses soll bey wissenschaftlichen Versuchen angewandt werden, wenn es darauf ankommt, die wahre Ursache des Frictionslichts aufzufinden.

d) Auch die Temperatur hat auf den Erfolg einen merklichen Einfluß, sowohl die des umgebenden Mittels, als jene der geriebenen Substanz, und zwar sowohl die vorläufige, als die durch Reiben erzeugte. Hievon werde ich noch besonders handeln; hier bemerke ich nur, daß die beyden Extremen (übermäßige Erhitzung und Erkaltung) gleich schädlich sind, ein Mittelgrad hingegen am besten wirkt.

e) Endlich geht aus allen Versuchen mit erdigen Fossilien hervor, daß die Güte ihrer Phosphorescenz von ihrem Bau, ihrem Gefüge, von der Aggregatform ihrer Moleculn ganz vorzüglich abhängt, unabhängig von der Härte. *)

FÜNFTES KAPITEL.

Wahrscheinliche Ursache und Erklärung des Frictionslichts.

§. 156.

Ich habe aus guten Gründen die durch mechanische Mittel bewirkte Phosphorescenz, nach Beschaffenheit des Verfahrens, unter drey Rubriken gebracht, und jede Art einzeln untersucht: zuerst das Leuchten durch reinen Druck, hierauf jenes durch reinen Bruch, zuletzt das Leuchten durch eigentliche Friction, als einer aus Druck, Bruch, und Bewegung zusammengesetzten Wirkung. Auch bemühte ich mich, die wahrscheinliche Ursache des Erfolgs bey den ersten zwey Verfahren sogleich an Ort und Stelle anzugeben, oder doch meine un-

*) Man muß Cohäsion nicht mit Härte verwechseln; jene widersteht dem Zerreißen, diese dem Verschieben der Theile. Im Flüssigen verschwindet Sprödigkeit und Härte, aber nicht die Cohäsion. (Oerstad bey Schweigger V, 418 u. f.) Ganz vorzüglich lehrreich und hierher passend ist des Hrn. Professor Link Aufsatz in Gilberts Annal. XLVII. 1 — 42.

maßgebliche Meinung beyzufügen (§§. 7, 8. 44, 45. 71 bis 105.) Da nun durch gegenseitige Reibung starrer Körper gewöhnlich auch Druck und Bruch entsteht, so dürfte man nur das a. a. O. einzeln beygebrachte auf die Reibung gemeinschaftlich anwenden, um das dadurch entstehende Licht zu erklären.

Wenn das Leuchten durch reinen Druck eine Folge der Temperaturerhöhung im Innern der Körper ist; wenn das Leuchten durch reinen Bruch aus dem dabey entweichenden Bindungsmittel der Cohäsion und der Krystallform (etwa der Electricität?) entspringt; wenn endlich im Freien die umgebende Luft gleichzeitig in's Gedränge kömmt, und gedrückt wird: so haben wir das Frictionslicht, als eine Folge von Druck, Bruch und Reibung zugleich schon grossentheils erklärt, und es bleibt nur noch zu untersuchen übrig, was die Reibung, als ein besonderer Umstand, hiezu beyträgt. Da man aber die Friction auf mancherley Art ausführen kann, und der Erfolg mit dem Verfahren wechselt; da die Verbrennlichkeit, und Nichtverbrennlichkeit der Körper, ihr innerer Bau, und ihre äussere Form, und noch viel anderes, auf das Resultat der Friction einen Einfluss hat: so wird es gut seyn, alle diese Umstände zu erwägen, bevor ich meine endliche Erklärung gebe.

§. 157.

Vor allem muss man unterscheiden zwischen Leuchten *verbrennlicher* und *unverbrennlicher* Körper: Ferner zwischen Leuchten durch *gewaltsame* und *mässige* Reibung. Auch ist es für sich klar, dass nur von starren Körpern die Rede seyn kann, mithin die tropfbarflüssigen und permanentelastischen Substanzen wegfallen.

Reihet man nun die Körper nach den drey Reichen der Natur, so dürften wohl alle durch Friction leuchtende Körper des Pflanzen- und Thierreichs zu den verbrennlichen gehören, und ihr Frictionslicht auf denselben Gründen beruhen. Aus dem Mineralreich schliessen sich an jene an alle Substanzen, welche ganz, oder zum Theil aus Schwefel, Erdharz, Graphit, Bernstein, u. dergl. bestehen, so wie die verbrennlichen Metalle. So weit erstreckt sich die erste Klasse der Phosphorn durch Friction; für die zweyte bleibt nichts mehr übrig, als die erdigen Fossilien, die Salze, und einige Präparate der Chemie.

Ich habe also, um das Ganze zu erschöpfen, Rechenschaft zu geben:

- a) vom Leuchten der *verbrennlichen Substanzen*,
- b) vom Leuchten der *erdigen Fossilien*,
- c) vom Leuchten der *Salien* und einiger *chemischen Präparate*.

V. 4.) *Vom Leuchten der verbrennlichen Substanzen.*

§. 158.

1. Satz. *Die nächste Ursache des Frictionslichts verbrennlicher Substanzen ist die durch Druck und Reibung in ihnen erregte Wärme, und es besteht in einem wahren Verbrennen, das nur an Intensität verschieden ist.*

Diesen Satz zu erweisen, brauche ich nur die vorzüglichern bereits angeführten Erfahrungen ganz kurz ins Gedächtnis zurückzurufen.

a) Fälle einer sehr starken, mit sichtbarer Entzündung begleiteten Reibung:

1. Das Feuermachen der Alten durch Reiben zweyer Hölzer;
2. Das Entzünden der Waldungen durch Reiben der Stämme und Aeste gegeneinander;
3. Die ausbrechende Flamme, wenn das Schiff von Stappel läuft;
4. Das Zünden durch die erhitzten Axen am Läufer der Mahlmühle, an den Pfannen des Wasserrades, der Wagenräder u. dergl.
5. Das Verbrennen geriebener Stricke;
6. Das Rothglühen eiserner Stangen und Platten durch fortgesetztes Hämmern, Reiben, Feilen.
7. Mehrere Versuche auf der Schleif- und Mahlmühle.

b) Fälle einer mittelmässigen Reibung.

1. Verbrennen der Feilspäne einer Zusammensetzung aus Antimonium und Eisen; aus Zink und Eisen;
2. Feuerfunken des Stahls am Feuerstein; der Schwefelkiese an Stahl, an Hornstein;
3. Leuchten der Laven feuerspeiender Berge;
4. Leuchten des gelben Kupfererzes, des rothen und braunen Glaskopfs beym Streichen mit der Radiernadel.
5. Verkohlen der thierischen Knochen am laufenden Sandstein, und
6. Leuchten des menschlichen Blasensteins.

c) Fälle einer schwachen Reibung:

1. Schwefelkies, Blende, Galmey - Ofenbruch, gerieben oder gestrichen;
2. Frischbereiteter Leuchtstein nach Cantons Art;
3. Kunkels Stangenphosphor;
4. Alle Knallsalze und Knallmetalle, welche durch Reiben so gut als durch Druck verpuffen.

d) In allen diesen Fällen hat ein wahres Verbrennen statt, welches durch Reiben entweder eingeleitet, oder unterstützt wird, in soweit nämlich das Reiben fühlbare Wärme erregt, die bey leicht verbrennlichen Substanzen schon in minimo hinreicht, den Verbrennungsproceß einzuleiten. Zur Erläuterung kann das Leuchten des Holzes und der Fische

dienen, wenn sie sich der Verwesung nähern. Dafs hier ein äusserst schwaches Verbrennen vor sich geht, habe ich in der 3ten Abhandlung überzeugend dargethan. Auch dieses phosphorische Licht wird durch Reiben erhöht; war aber schon früher durch eine vom Innern ausgehende Zersetzung und Auflösung veranlaßt. Gleichwie nun dieses freywillige Leuchten vom Wasser - Schwefel - und Phosphorstoff herrührt, so ist man berechtigt, auch das Frictionslichts verbrennlicher Substanzen daraus abzuleiten. Nur bey den Salien und Krystallisationen des Pflanzenreichs, z. B. bey dem Mellis - und Candiszucker, dürfte das Leuchten ein eigentliches Frictionslicht, und kein Verbrennen seyn.

e) Endlich mufs man die Erfahrung nicht vergessen, die ich (beym Leuchten verbrennlicher Substanzen durch Zusatz äusserer Wärme) häufig machte, dafs es nämlich auch bey dieser Klasse der Körper ein Leuchten ohne Verbrennen gebe (oben S. 245. u. f.) Man kann also manches bey einer sehr schwachen Reibung ausbrechende Licht verbrennlicher Körper als ein wahres Frictionslicht betrachten, und gerade so wie das Leuchten nicht verbrennlicher Substanzen erklären, worüber die jedesmaligen Umstände entscheiden müssen.

§. 159.

Das Verbrennen kann nur in athmenbarer Luft vor sich gehen. Rein irrespirable Gase, und luftleerer, wohl auch sehr verdünnter Raum, sind also der Probierstein, ob ein Leuchten der Körper auf Verbrennen beruhe oder nicht. In dieser Hinsicht sind die Versuche lehrreich, welche ehemals Hawksbee im verdünnten Raum gemacht, und Davy zum Theil wiederholt hat. *)

a) Schlägt man Stahl an Kiesel, so erhält man im Freyen ein doppeltes Licht, das sich auch der Farbe nach unterscheidet; die vom Feuerstein abspringenden Stückchen leuchten, die des Stahls verbrennen mit einer Flamme. Unter der ausgepumpten Glocke der Luftpumpe bleiben die Feuerfunken des Stahls aus, und der am laufenden Stahlrad geriebene Feuerstein verbreitet noch Licht. (Hawksbee I, 137.)

b) Schraubt man statt Hornstein Schwefelkies auf das Flintenschlofs eines Feuerzeugs, so giebt dieses in freyer Luft ein rothes Licht, der Stahl ein weisses; unter dem ausgepumpten Recipienten verschwinden beyde, weil beyderseits ein Verbrennen vor sich geht, wenn sie durch Friction leuchten; (Davy.)

c) Reibt man in gut verdünnter Luft Hornstein mit Schwefelkies hinreichend stark, so bemerkt man nur an jenem ein Licht, dieser hingegen bleibt Dunkel. Alle diese Versuche lassen sich auch unter Wasser wiederholen.

*) Ich beziehe mich auf die französische Uebersetzung des Herrn v. Bremond, welche Desmarest besorgt, und mit lehrreichen Zusätzen bereichert hat: *Experiences physico-mecaniques de M. Hawksbee etc.* Paris 1751. 2 Vol. in 8vo.

d) Schwefelkies mit Schwefelkies, Blende mit Blende gerieben, phosphoresciren im Freyen sehr gut, unter Wasser bleibt das Licht aus; alle kieselartige Steine hingegen leuchten auch unter Wasser. Schon Hauksbee machte diesen Versuch mit Glasröhren, und er bemerkte dieses Licht so lang, bis endlich das Wasser von den abgeriebenen Glastheilchen trüb und undurchsichtig wurde. (I, 164.)

e) Davy bemerkte, daß die Funken des Stahls im kohlen sauren Gas ausbleiben, hingegen das Licht des Flintensteins, des Schwerspaths, des phosphorsauren Kalks und des Zuckers so gut als in atmosphärischer Luft, ausbrechen (Gilbert VI, 110.) Alles sehr begreiflich; nur das Leuchten des phosphorsauren Kalks könnte einigen Zweifel erregen, wenn wir nicht wüßten, daß chemische Präparate ihr Eigenthümliches haben. (§. 157, e.)

§. 160.

Wie durch Reiben Wärme entsteht, habe ich zum Theil §. 72. erklärt, wo vom Erwärmen durch Druck die Rede war. Daß aber Reiben kräftiger wirke als Druck, hat seinen Grund hauptsächlich darin, daß bey'm Reiben alles auf der Oberfläche der Körper vor sich geht, und in kurzer Zeit auf derselben Stelle öfters wiederholt wird; daher die auffallenden Resultate am laufenden Sandsteine. Umständlich und gründlich erörtert Hr. Munke den Reibungsproceß in seinem *System der atomistischen Physik* S. 100. u. f. Auch muß man nicht vergessen, daß die umgebende Luft aus mehr als einer Ursache zur Vermehrung des Lichts beyträgt.

Die nächste Ursache des Leuchtens verbrennlicher Körper ist also die auf den Oberflächen geriebener Körper erregte Wärme; nach dem Grad der Wärme entsteht schwaches, oder merkliches Verbrennen, hiemit Zersetzen u. s. w. Was sich noch ferner sagen läßt, findet man bereits *Abhandlung II, Abschnitt 3, Kapitel 5*; zum Theil auch oben §. 69. u. f. wohin ich den Leser verweise.

B.) Vom Leuchten unverbrennlicher Substanzen.

§. 161.

II. Satz Bey unverbrennlichen Substanzen, namentlich bey den erdigen Fossilien ist die durch Reiben erregte Wärme nicht die wahre Ursache des Frictionslichts.

Die Rede ist hier nicht vom gewaltsamen Reiben, wodurch die Temperatur fester Körper bis zum Glühen kann erhöht werden, sondern von der mit mässigen, wohl auch mit schwachen Druck begleiteten Friction, welche zur Erregung einer im Finstern bemerkbaren Phosphorescenz gewöhnlich hinreicht. Ehedem erklärte man dieses Licht ganz oder doch zum Theil aus der durch den Druck bey'm Reiben entstehenden Wärme. So dachten Lamanon, der Hr. Gr. Razumowsky und Wedgwood. Dieser stellt die Erhitzung unbedingt als die wahre Ursache des Frictionslichts aller von ihm geprüften Fossilien auf, und

gründet seine Meynung hauptsächlich auf den ihm unerwarteten Erfolg, daß eine am Schleifstein geriebene Glasscheibe an ihren Ecken bis zum Glühen und Schmelzen erhitzt wurde; wesswegen er sich immer des Ausdrucks Glühhitze bedient (Gren. VII, 61.) Daß diese Erklärung auf das eigentliche Frictionslicht erdiger Fossilien ganz und gar nicht passe, scheint mir aus folgenden Gründen mehr als wahrscheinlich; wogegen sich bereits Hauksbee äusserte (a. a. O. I, 165.)

§. 162.

a) Manche Substanzen leuchten schon durch die sanfteste Reibung, beynahe ohne allen Druck, z. B. der Melliszucker, das salzsaure Quecksilber Sublimat, manche Stücke des Faser-Tremoliths, u. dergl.

b) Selbst einige Quarze, und die meisten Arten des Kieselgeschlechts gehören hieher. Der krystallisirte Feldspath, und der Adular, mit rauhen Oberflächen versehen, und mit ihresgleichen gerieben, glänzen im Finstern sogleich bey'm ersten mässigen Strich, der viel zu sanft ist, um nur eine schwache Erwärmung hervorzubringen. In der §. 128. gelieferten Tabelle kommen wohl ein Paar Dutzend solcher Fälle vor.

c) Reiben allein, selbst durch Wärme unterstützt, bringt bey den Fossilien kein Frictionslicht hervor, wenn dabey kein Bruch entsteht. Man erwärme zwey etwas dicke Glasröhren oder Stangen bis auf ± 40 R. und noch mehr; reibe sie dann gegeneinander, doch mit der Vorsicht, daß sie sich dabey nicht angreifen und abnutzen — so erfolgt kein Licht. Jetzt benehme man ihnen die Politur wie immer, und erkalte sie bis 0 Gr. R. und darunter, so werden sie bey gleichem Druck wie oben gerieben, leuchten. Dasselbe gilt von allen Steinen des Kieselgeschlechts.

d) Wenn die Erhitzung die Ursache des in den Körpern durch Reiben erzeugten Lichts ist, so fragt sich weiter, wie und wodurch diese Hitze in den Körpern hervorgebracht wird? Hr. Wedgwood antwortet: *durch Druck und Verdichtung, oder durch die Verminderung der Capacität für Wärme.*

Nun vergleiche man meine Versuche durch Druck (oben, Abschnitt I, Kapitel 6, §. 47 — 60.) mit den gegenwärtigen durch Reibung, halte die zum Leuchten durch Druck nöthige Stofskraft gegen die unbedeutende durch Friction, bedenke zugleich den Unterschied zwischen permanentelastischen und starren Körpern, und mache dann selbst den Schluß. Man wird zwar sagen: Reiben ist ohne Vergleich wirksamer zur Hervorbringung der Wärme als Druck; allein wie gering ist dieser Druck bey den meisten Fossilien, um Licht zu erhalten.

§. 163.

e) Auch müssen wir nicht vergessen, daß viele Substanzen selbst durch reinen Bruch und ohne alle Reibung leuchten (§. 31. u. f.,) ein Hrn. Wedgwood ganz unbekanntes Pha-

nomen, wobey sich an eine Temperaturerhöhung gar nicht denken läßt. Und dennoch ist es höchst wahrscheinlich, daß dieses Trennungslicht mit dem gewöhnlichen Frictionslicht in engster Verbindung stehe, wie ich weiter unten zeigen werde.

Wenn daher das schwefelsaure Kali, der Mellis- und Candiszucker, und mehrere andere Salien sowohl durch Brechen als durch Reiben leuchten; wenn der Rosenquarz, der Zeolith, der Flusspath, das russische Glas, durch Brechen, Spalten, und Blättern so gut, als durch mässiges Reiben phosphoresciren: so spricht ja die Natur selbst den Erfahrungssatz aus, daß es bey den Fossilien auch ein Leuchten giebt, welches weder aus der Einwirkung des Lichtes durch Insolation, noch des Wärmestoffs durch Erhöhung der Temperatur von aussen oder von innen, sondern aus einer ganz andern Quelle entspringt.

§. 164.

f) Allein was mich vorzüglich bestimmte, das Leuchten durch Erhitzung von jenem durch gewöhnliches Reiben der Erdarten zu trennen, und beyde als zwey ganz verschiedene Erscheinungen zu betrachten, ist der auffallende Unterschied, der sich bey meinen Untersuchungen ergab, als ich dieselben Körper anfangs durch Erwärmen, hierauf durch Reiben zum Leuchten disponirte.

Aus meiner zweyten Abhandlung geht unlängbar hervor, daß unter den verschiedenen hiezu tauglichen Substanzen (mit Ausschluss der verbrennlichen Körper) folgende Stufenfolge statt habe: 1') Die besten Phosphore dieser Art sind die flusssauren und kohlenauren Kalkarten; 2') einige Arten des Thongeschlechts; 3') die Schwerspathe. Nach einem bedeutenden Zwischenraum folgen: 4') die Steine des Kiesel- Thon- und Talk-Geschlechts. 5') Die Salien nehmen beynahe den letzten Platz ein.

Bey der Phosphorescenz durch mässige Friction hingegen treten obige Körper nach einer ganz andern Ordnung auf. 1') Den Vorzug behauptet ohne Ausnahme das gesammte Kieselgeschlecht; 2') hierauf folgt das Thongeschlecht, theils im natürlichen Zustand, theils durch die Glühhitze dazu gehärtet und vorbereitet. 3') Die aus gesäuerter Kalkerde bestehenden Fossilien erhalten erst den dritten Platz. Bey vielen hält es sogar schwer, durch blosses Reiben, ohne Schlag, Spuren von Licht zu erhalten. 4') den letzten Platz nehmen die Talkerden ein. 5') Auffallend ist der Unterschied bey den krystallinischen Salien. Durch äussere Erwärmung leuchten sie nur mittelmässig; ihr Licht ist sehr matt, und die Dauer beschränkt sich auf wenige Secunden. Durch Schlagen, Reiben, und Brechen zeichnen sich mehrere ganz vorzüglich aus. Läge beyderseits die Temperaturerhöhung zum Grunde, — so könnte sich dieser Unterschied nicht vorfinden.

g) Endlich ist das durch gewöhnliches Reiben erzeugte Licht der Fossilien nur augenblicklich und örtlich, auf die Dauer der Friction, und auf die geriebene Stelle beschränkt, jenes durch Erhitzung ist andauernd. Ein Stein im Ofen erhitzt, und hierauf in's Dunkle



gebracht, leuchtet gleich einer glühenden Kohle ruhig und ununterbrochen fort, bis er allmählig verlöscht. — Wirkung der Glühhitze. — Zwey Quarzstücke mit mässiger oder starker Kraft gegeneinander gerieben, leuchten auch, aber wie ganz verschieden ist dieses Licht von jenem! es ist funkelnd und unruhig, es folgt stets der geriebenen Fläche, es dauert mit derselben Intensität so lang als das Reiben, und verschwindet mit demselben sogleich. Wirkung der Friction! Nur unter der Bedingniß, daß man Flussspath, Adular, Tremolith, und noch einige gute Phosphorn, im Mörser, oder im beschränkten Raum, zu gröblichen Pulver zerstoßt, das ist, durch Schlagen erhitzt, stellt sich ein einige Secunden lang aushaltendes Licht ein, aber nie so etwas, wie durch Erhitzung, selbst am grossen Stein der Schleifmühle nicht. Hiemit beruht das Frictionslicht auf anderen Gründen, als das Licht durch Erwärmen und Glühen.

§. 165.

(Kräftigen

Wenn ich so eben behauptete, die durch Reiben erzeugte Wärme sey bey irdigen Fossilien nicht die wahre, wenigstens nicht die allgemeine Ursache des Frictionslichts, so wird dadurch diesem künftigen Agens der Natur nicht unbedingt aller Einfluss auf die gegenwärtige Phosphorescenz abgesprochen. Deun es ist unläugbar, daß 1') gleichwie die verbrennlichen Körper durch eine kräftige und anhaltende Reibung bis zum Feuerfangen, ebenso die nicht verbrennlichen bis zum schwachen Glühen können erhitzt werden. Nicht minder ist es 2') aus der Erfahrung entschieden, daß die Wärme, schon vorläufig den Körpern mitgetheilt, ein wirksames Beförderungsmittel dieser Phosphorescenz ist. Das erste nehme ich aus dem früher gesagten als erwiesen an, vom zweyten mögen ein Paar leicht ausführbare Versuche als Beweis hinreichen.

a) Reibt man zwey ganz ähnliche Stücke von Kiesel, Rosenquarz, oder Flussspath, einmal beträchtlich erkältet, und zwar zur Winterszeit im Freyen; das anderemal so weit erwärmt, daß sie den ungeschützten Händen eben noch erträglich sind: so wird sich im ersten Falle bey gleichem Druck das Reibungslicht sparsamer einstellen, als im zweyten; will man aber beyderseits denselben Lichtgrad erhalten, so muß bey kalten Körpern der Druck stärker seyn. Sehr begreiflich! denn die bis auf einen gewissen, jeder Substanz eigenen Grad gesteigerte Temperatur ist schon für sich allein hinreichend, Kiesel, Rosenquarz, oder Flussspath sowohl in ganzen Stücken, als in Pulvergestalt im Finstern leuchtend zu machen. (*Abhandl. II, S. 161. u. f.*)

Dasselbe vermag, bey den genannten Fossilien eine mittelmässige, wohl auch eine schwache Reibung (*oben §. 124. u. f.*) also muß die Reibung, durch Wärme unterstützt, noch kräftiger wirken, und den Lichtausbruch befördern. Bey Erregung der Electricität durch Reibung kommt dasselbe vor.

b) Zur fernern Erläuterung mag folgendes Beyspiel dienen. Grüner Flussspath leuchtete mir durch äussere Erwärmung schon bey $+ 40$ R. ohne alles Reiben. Erhöhte ich nun

seine Temperatur vorläufig bis $+ 50$ R. am geheizten Ofen, und erregte ich durch Reiben noch einen Zusatz der Wärme, so fieng er im Finstern zu leuchten an, *selbst wenn die geriebenen Flächen geschliffen und polirt waren.* Verdient aber dieses Licht den Namen Frictionslicht? Meines Erachtens nicht; denn es gehört ganz der Erwärmung zu. Ein erwärmter Diamant würde dasselbe Phänomen noch schöner gewahren. Rein polirte Steine geben nur dann ein eigentliches Frictionslicht, wenn ihre Berührungsflächen durch Reiben aufgeschärft und matt werden. Hieraus wird auch begreiflich, warum Robert Boyle's berühmter Diamant bereits durch einen Druck mit dem Daumen zu leuchten anfieng. Vermuthlich war es ein Leuchten durch Erwärmung, denn es stellte sich auch unter warmen, nicht aber unter kalten Wasser ein.

c) Wie weit die Temperatur vermindert werden muß, daß das Frictionslicht ausbleibe; oder wie weit sie muß erhöht werden, bis die Körper durch Reibung zu leuchten anfangen, ist schwer zu bestimmen. Hr. Dessaignes hat hierüber einige Versuche unternommen, die man in seiner Abhandlung nachlesen kann. Ich habe sie nicht wiederholt, weil es mir verlorne Zeit schien.

Zwey Milchquarze bis zu $- 22\frac{1}{2}$ Centigr. erkältet verbreiteten durch heftiges Aneinanderschlagen nur noch einen bläulichen Schimmer; bis zum lebhaften Glühen erhitzt, und gerieben, konnte man nur das Licht der Glühhitze, aber kein Frictionslicht bemerken, welches sich erst nach dem Dunkelwerden der Steine wieder einstellte.

Etwas ähnliches zeigte sich bey Glas, Diamant, u. dergl. Hieraus wird geschlossen, die Phosphorescenz durch Reiben bestehe nur bey einer Temperatur, die über $- 30$ ohngefahr, und unter $+ 335$ Centigr. beträgt.

Die übrigen Versuche gewähren noch weniger etwas Zuverlässiges.

d) Seite 348. §. 51. sagte ich: „das Licht zweyer, in eiskaltem Wasser geriebener „Kieselsteine ist zuverlässig eine Folge der durch Reiben erregten Hitze, die uns weder das „Gefühl, noch das Thermometer andeutet.“ So dachte ich früherhin, einstimmig mit Wedgwood; allein meine fortgesetzten Untersuchungen über das Leuchten durch Reibung überzeugten mich vom Gegentheil.

§. 166.

III. Satz. Die nächste Veranlassung des durch mässiges Reiben erdiger Fossilien erzeugten Lichts ist das Abspringen der vorragenden Flächentheile: est ist ein Cohäsionslicht, ein Trennungslicht.

Die Beweise hievon kommen bereits oben vor; ich erinnere nur an folgende Erfahrungen:

a) Kein Fossil mit natürlich glatten, oder künstlich polirten Oberflächen leuchtet, selbst durch starkes Reiben, nicht, so lang die Oberflächen unverletzt bleiben; springt aber etwas davon ab, oder werden sie durch Reiben abgenützt und rauh, so bricht das Licht sogleich

Z z z

aus. Der Versuch läßt sich am leichtesten mit Prismen von geschliffenen Bergkrystall, oder Glas machen; Diamante würden sich am schönsten ausnehmen.

b) Nebst den rauhen Oberflächen trägt die Sprödigkeit der Substanzen sehr viel bey, weil dadurch eine schnelle Trennung, und ein rascher Absprung entsteht. Man vergleiche rauhen Quarz mit Marmor, mit kölnischen Pfeiffen, u. dergl.

c) Haben die geriebenen Körper so ein Gefüge, daß sich durch Abspringen immer neue Unebenheiten bilden, wie bey'm Rosenquarz, und Flussspath, so dauert das Leuchten mit ungeschwächter Helle bis an's Ende fort; wird hingegen die Oberfläche durch Reiben allmählig abgenutzt, und minder rauh, so nimmt das Frictionslicht nach und nach wieder ab. Schon Hauksbee bemerkte dieses, wenn er Glas gegen Glas im Freyen, oder unter der Glocke der Luftpumpe rieb (I, 160, 161.) War der am laufenden Stahlrad geriebene Flintenstein dünn und scharf geschnitten, so verbreitete er sowohl im Freyen als im verdünnten Raum ein ergiebiges Licht; war er aber dick und abgestumpft, so konnte man nur noch ein sehr schwaches Licht auf der schmalen Kannte sehen, weil durch Reiben beynahe nichts mehr absprang. (I, 138, 160.)

d) Für meinen Satz spricht auch der Lichtgrad, nach welchem die Fossilien an Güte der Phosphorescenz abnehmen — Kiesel, Thon, Kalk, Talk. —

e) Bey manchen Fossilien ist das Reiben nicht einmal nothwendig, und sie leuchten schon durch reinen Bruch, wohl auch durch Spalten. §§. 79 bis 82.

f) Auch das Krystallenlicht gehört noch hieher. (§. 84 bis 89.)

Also Abspringen der Unebenheiten und rascher Bruch sind nothwendige Bedingungen, um ein eigentliches Frictionslicht (ohne Verbrennen oder Glühen) zu erhalten.

§. 167.

IV. Satz. Dieß ist auch eine der Hauptursachen, warum die Steine des Kieselgeschlechts alle andere an Schönheit des Frictionslichts weit übertreffen.

Sie besitzen zum Theil schon im rohen, unveränderten Zustand eine rauhe Oberfläche: Sie übertreffen an Härte und Sprödigkeit alle andere Steinarten: ihre krystallinische Aggregatform biethet der Reibung immer neue Unebenheiten dar: mit jedem Bruch entsteht Trennungslicht.

§. 168.

V. Satz. Die Vortheile der mässigen Reibung vor dem reinen Bruch bestehen:

a) in dem so oft wiederholten Bruch;

b) in der durch Reibung erregten Electricität;

c) in der durch Reibung bewirkten Zersetzung.

a) Der erste Umstand bedarf keiner weitem Erklärung, denn er ist für sich klar. Wenn ein einfacher Bruch hinreicht, Licht hervorzulocken, so muß der im selben Augenblick unzählimal wiederholte auf rauhen Oberflächen ohne Vergleich ein schöneres Phänomen darstellen. Bedenkt man ferner, wie oft dieses Brechen durch schnelles Hin- und Herfahren vervielfältiget wird, so ist es einleuchtend, daß durch Friction Licht entstehen muß.

b) Wem dieses zur vollständigen Erklärung des Phänomens nicht genügt, der kann mit Grund auch das electrische Licht zu Hülfe rufen; denn ich bin überzeugt, daß durch gegenseitiges Reiben zweyer Körper in allen Fällen Electricität erregt wird. Hierüber werde ich mich im nächsten Kapitel umständlich erklären.

c) Endlich geht bey jeder Reibung eine Zersetzung vor; Zersetzung aber ist häufig eine Quelle des Lichts; hievon noch ein Wort:

Abgesehen von dem allgemeinen Erfahrungssatz: daß jeder Lichtausbruch aus Körpern, die Folge einer in ihnen vorgegangenen Zersetzung ist; abgesehen von der gewaltsamen (Glühhitze und Verbrennen einleitenden) Reibung, führe ich hier den Beweis nur für eine mässige Friction aus bestimmt passenden Erfahrungen:

a) Den ersten Beweis liefert der mehr oder minder auffallende Geruch geriebener Körper, den man bey Erden, Steinen, Salzen, Metallen, brennbaren Körpern, u. s. f. bemerkt. Es entweichen also durch Friction Theilchen aus den Körpern, was ohne Zersetzung nicht geschehen könnte.

b) Den zweyten Beweis nehme ich hier aus den Folgen der Reibung bey unseren Electrisirmaschinen. Das Quecksilber-Amalgama der Reibküssen wird bey der Glasmaschine oxydirt, der Katzenbalg bey der Harzmaschine allmählig verbrannt; zugleich sieht man im Finstern zwischen der Glasscheibe und dem Reibzeuge noch Spuren von Licht selbst an der unwirksamsten Maschine, an der alles todt zu seyn scheint.

c) Einen dritten Beweis haben längst die Herren Desormes, Simon, und Schweigger geliefert (*Gilberts Annal.* IX, 31. XXX, 54. *Schweiggers Journ.* VIII, 123.) Es ist nämlich eine richtige Erfahrung, daß aus Bergkrystall, Quarz, Glas, Feldspath, Adular, Marmor, Flusspath, Baryt, u. s. f. schon durch Reiben und Ritzen, noch deutlicher durch Stossen im Mörser, ganz vorzüglich durch Ueberströmen der verstärkten Electricität, unverkennbare Spuren eines freygemachten Kali zum Vorschein kommen, als entschiedenes Zeichen einer durch Reiben bewirkten Zersetzung.

Wo aber eine Zersetzung vor sich geht, da kann auch Licht frey werden, und entweichen, da kann auch Phosphorescenz entstehen.

Hiemit erklärt sich das Frictionslicht unverbrennlicher Fossilien bey'm mässigen und schwachen Reiben, a) aus dem vervielfältigten Bruch rauher Flächen; b) aus der durch Reiben erregten Electricität; c) aus der durch Reiben bewirkten Zersetzung.

SECHSTES KAPITEL.

Ueber den electrischen Stoff, und das electrische Licht.

§. 169.

Sehr wahrscheinlich giebt es nur Eine electrische Materie (entweder im strengen Sinne des Ausdrucks, oder doch so, daß $+$ E und $-$ E zusammen erst den eigentlichen Stoff bilden,) welche durch die gesammte Körperwelt verbreitet, mit allen ihr fremdartigen Substanzen Verbindungen eingehend, unseren Sinnen bald verschwindet, bald wieder bemerkbar wird. Der Mittel, sie zu binden, und zu lösen, mag es wohl ohne Zahl geben; die letztern theile ich, nach der gemeinen Sprache zu reden, in die mechanischen und chemischen ab, und verweile hier nur bey den scheinbar mechanischen Mitteln, Electricität zu erregen, frey zu machen.

a) Die erste und einfachste Art ist die Berührung heterogener Körperflächen, z. B. zweyer Metallplatten, *Contact - Electricität*.

b) Die zweyte am frühesten entdeckte Art ist die Reibung zweyer, gewöhnlich heterogener, Flächen ohne Bruch der geriebenen Substanzen, die *Reibungs - Electricität*, *Maschinen - Electricität*.

c) Als dritte Art stelle ich auf die Reibung homogener oder heterogener Substanzen, welche mit Bruch begleitet ist, und nenne sie *Trennungs - Electricität*, weil sie auch durch reinen Bruch, ohne Reibung, erzeugt werden kann, ohne Bruch aber sich nie auf diese Art äussert. Wir haben also Electricität durch Berührung, durch Reibung, durch Trennung. Nur über die letzte habe ich mich umständlich zu erklären, was nun freylich nicht geschehen kann, ohne auch die andern zwey mitzunehmen.

§. 170.

Daß die electrische Materie ein Zusammengesetztes ist, erhellt aus ihren Wirkungen sowohl auf unsere Sinne, als auf andere Körper; diese Wirkungen sind so verschieden, daß sie sich nicht wohl aus einem, als einfach betrachteten Stoff erklären lassen.

Von ihren Bestandtheilen tritt nur das Licht als bestimmt, und unzweydeutig auf; in Betreff der übrigen herrscht eine grosse Verschiedenheit der Meinungen. Aehnlichkeit halber ist es erlaubt, dieses Unbekannte Basis zu nennen, und die überall verbreitete electrische Materie als ein Zusammengesetztes aus Lichtstoff und einer eigenen Basis zu denken. Bei ihrer Erregung, Fortleitung, und Mittheilung, bleibt sie vermuthlich bald unzerlegt, bald wird sie in ihre Bestandtheile aufgelöst, mithin die Basis vom Lichtstoff getrennt. Wollte man aber annehmen, mit jeder Erregung ergebe sich auch eine Trennung, so müßte man doch so viel zugeben,

dass auch in dieser Voraussetzung Licht und Basis sehr oft heysammen, oder nebeneinander bleiben, und sich gemeinschaftlich im Raum fortbewegen.

§. 171.

Gleichwie es nun, aus Theorie und Erfahrung zu schliessen, hinsichtlich der Trennung (Zerlegung,) drey Fälle giebt, so unterscheide ich auch dreyerley Arten, (Formen) der Electricität.

I. Bleiben nach der Erregung, Basis und Licht noch heysammen, stellen sie sich beide unseren Sinnen dar, wirken sie gemeinschaftlich miteinander, oder jeder Bestandtheil in seiner Art, nebeneinander, so haben wir die gewöhnliche *Electricität durch Reibung*, Maschinen - Electricität:

II. Aeussert sich nach der Erregung nur die Basis, und das Licht nicht zugleich, so ist's mit *Electricität durch Berührung*, wie bey der voltaischen Säule:

III. Erscheint hingegen nur das electrische Licht, und die Basis äussert sich durch keine gleichzeitige, in die Sinne fallende Wirkung, so nenne ich sie *Electricität durch Trennung*, und als solche betrachte ich zum Theil das Frictionslicht erdiger Fossilien; ich sage zum Theil, weil Druck, Bruch, und Zersetzung auch das ihrige, vielleicht das meiste, beitragen.

Diese drey Fälle will ich durchgehen, und durch bekannte Erfahrungen zeigen, dass sich die electrische Materie häufig unter einer dieser drey Formen darstellt.

§. 172.

1. Dass bey der Erregung und Fortleitung der gewöhnlichen *Electricität Basis und Licht heysammen bleiben, und gemeinschaftlich fortgeleitet werden*, lässt sich aus folgenden Erscheinungen schliessen. *)

a) Das Ausströmen der electrischen Materie aus stumpfen und spitzigen Leitern liefert unzählige Gestalten von Funken, Strahlenkegeln, Sternchen, Streifen, leuchtenden Atmosphären, u. s. f. Alle diese Figuren hängen vom erleichterten, oder erschwerten Uebergang und der Fortleitung des electrischen Stoffs, so wie von der Gestalt des Leiters ab; und dennoch nimmt das für Spitzen, stumpfe Ecke, und Kugeln ganz indifferente Lichtfluidum alle diese Formen gleichfalls an; es haftet also noch an seiner Basis.

b) Die sogenannten phosphorescirenden Glasröhren, (wenn sie durch Mittheilung an ihrer äussern Fläche schwach electrirt, und dann von der Maschine entfernt werden,)

*) In meiner Schrift: *Ueber die Natur und die Eigenschaften des Lights* kommt über das electrische Licht ein eignes Kapitel vor, woraus ich hier einiges entlehne.

zeigen ein mannigfaltiges Lichtspiel, welches im Innern der Röhre noch lang fort dauert, und durch Berührung oder durch Streichen mit dem Finger verschieden modificirt wird. Haftete hier das Licht nicht an seinem Grundstoff, so müßte es augenblicklich verschwinden. Das Licht, als freyes Licht, ist gegen luftvollen, luftleeren, und verdünnten Raum für sich selbst gleichgültig, nicht so die Basis der electrischen Materie.

c) Der Blitz und der Schall des Donners bewegen sich im Raum mit sehr ungleicher Geschwindigkeit fort; allein der eigentliche Donnerschlag trifft und zerstört ein Gebäude in demselben Augenblick, als das Auge den Blitz zu bemerken glaubt. Hievon kann man sich überzeugen, wenn man den Blitz auf entfernte Bäume, Gebäude, und dergleichen fahren sieht.

Eine merkwürdige Beobachtung dieser Art machte ich den 11ten Juny 1815, als sich um 1 Uhr 20 Min. Nachmitt. der Blitzstrahl auf die Anfangsspitze meines atmosphärischen Electrometers warf, und in meiner Gegenwart die ganze Anrichtung durchfuhr, was sich einige Minuten später zum zweytenmal ereignete. Eben darum weil sich das Licht mit der größern Basis fortpflanzt, kann der Blitz nicht die Geschwindigkeit des Sonnenlichts haben, wie auch Hr. v. Helvig unlängst erinnert hat, und gleichfalls aus Erfahrungen herleitet.

d) Aus allen Versuchen über die Phosphorescenz der Körper durch Bestrahlung mittelst des electrischen Lichts (oben S. 85. u. f.) ergiebt sich, daß bey jeder Entladung der Verstärkungsflasche das electrische Licht über die Oberfläche der geprüften Körper weggleitet, und durch eine momentane Beleuchtung Phosphorescenz von merklicher Dauer bewirkt, der electrische Grundstoff hingegen sein Daseyn durch Streifen, und Aufritzen der Flächen bezeichnet: zwey ganz verschiedene Wirkungen, aber gleichzeitig, hiemit Licht und Basis noch beysammen.

e) Ueberhaupt giebt es beynahe keinen Versuch mit der Verstärkungsflasche und der Batterie, wobey man nicht ganz zerschiedene, aber gleichzeitige Wirkungen der beyden Bestandtheile wahrnehmen könnte.

Also bleiben, bey der gewöhnlichen, durch unsere Maschinen erregten Electricität, auch nach dem Erregen und Freywerden, die Bestandtheile derselben noch beysammen, und sie wirken gleichzeitig — dieß ist wenigstens der gewöhnliche Fall.

§. 173.

II. Die zweyte nicht minder bekannte Art von Electricität entsteht nach obiger Abtheilung, wenn sich nach geschehener Erregung nur allein die Basis, oder der eigentliche electrische Grundstoff durch seine Wirkungen äussert, das Licht hingegen selbst in der Finsterniß unbemerkt bleibt. Solche Fälle kommen sowohl bey der gewöhnlichen Maschinen - als ganz vorzüglich bey der Contact-Electricität vor:

a) Man bemerkt zwar bey der Erregung mittelst der Electrisirmaschine zwischen Glas und Reibzeug stets ein Licht; so bald aber die electrische Materie den ersten Conductor erreicht hat, so verschwindet das Licht; und es bleibt so lang unbemerkt, als die Fortpflanzung durch vollkommene Leiter von hinreichender Oberfläche geschieht; nichts destoweniger äussern sich hiebey mannigfaltige Wirkungen durch Anziehen, Abstossen, Atmosphäre, Geruch, u. dergl., welche von der Basis herrühren.

b) Alle Schmelzungen der Metalle gehören der Basis, und nicht dem Licht; dieses kann man sogar beseitigen:

c) Alle Oxydationen der hiezu geeigneten Substanzen gehören ausschliesslich der Basis; das Licht hindert sie vielmehr (weil es immer nach Desoxydation hinwirkt,) und man muss es bey derley Operationen auszubrechen hindern. (Oben S. 102. u. f.)

d) Alle chemische Zersetzungen mittelst der Maschinen-Electricität sowohl, als der voltaischen Säule ergeben sich, oder sie können sich ergeben, ohne mindestes Licht.

e) Alle heilsame Wirkungen der Electricität in medicinischer Hinsicht sind der Basis eigen, vom sanften electrischen Bade an bis zur Erschütterung. Wer die heilsamen Wirkungen des Lichtstoffs allein sucht, der würde sehr zweckwidrig die in Lichtform ausbrechende Electricität anwenden.

§. 174.

Warum ich aber diese Art electrischer Wirkungen mit dem Namen: *Contactelectricität* belege, ist die Ursache diese, weil sie sich ganz vorzüglich bey der voltaischen Säule u. dergl. vorfindet.

a) Alle Erscheinungen der thierischen Electricität (des eigentlichen *Galvanismus* und *Mesmerismus*) sind Wirkungen der Contactelectricität, man wird aber hier nicht leicht ein Lichtphänomen bemerken.

b) Mit der Metallelectricität (*Voltaismus*) hat es dasselbe Bewandniss. Flächenberührung heterogener Metalle ist das zuverlässigste Mittel, sie zu erregen; dieß geschieht ohne allen Lichtausbruch. Beym Bau der voltaischen Säule wächst die Kraft mit jedem Plattenpaar: die Wasserzersetzung in den feuchten Lappen, und die Oxydation der heterogenen Metalle nimmt sogleich ihren Anfang, das Licht aber zeigt sich erst beym Schluss der Kette; und das nur momentan. Wie auffallend unterscheidet sich nicht diese Art der Electricität von jener der gewöhnlichen Electrisirmaschine in ihrer Erregung, und Fortleitung, im Anziehen und Abstossen!

c) Einen eben so überzeugenden Beweis meines Satzes liefern die chemischen Wirkungen (*Davysmus*,) vorzüglich die Zersetzungen aller Flüssigkeiten mittelst einer grossen Plattenbatterie, eines Trogapparats; so rasch und unausgesetzt diese Zersetzungen vor sich gehen, so ergiebt sich doch alles ohne Licht und Funken, ohne Geräusch und Zischen der gewaltsamen Strömung. Auch ist es noch sehr problematisch, ob die Funken, wodurch man

das Verbrennen, Schmelzen, Bilden der Metalloxyde u. dergl. bewirkt, ein rein electrisches oder ein aus der raschen Compression entspringendes Licht ist; die neuesten Versuche der Engländer machen letzteres sehr wahrscheinlich.

Mithin giebt es Fälle, wo sich die aus den Körpern entwickelte Electricität nur durch die Wirkungen des Grundstoffs äussert, das Licht aber unbemerkt bleibt.

§. 175.

III. Auf gleiche Art muß es Fälle geben, *wo nur das electrische Licht ausbricht, die Basis aber unwirksam bleibt, oder doch zu bleiben scheint*; und hieher zähle ich einen Theil des Frictionslicht erdiger Fossilien, so wie das Licht durch Bruch, und durch Blättern einiger Mineralien. Ich nenne es *Trennungslicht*, weil es ohne Trennung der Mineralien, Salien, u. dergl. nicht entsteht: *Electricität eigener Art*, weil sie nach dieser Ansicht bisher unbeachtet blieb. Folgende Bemerkungen dürften meiner Hypothese einiges Gewicht geben, und Eingang verschaffen.

Vergleiche ich die gewöhnliche Maschinen - Electricität mit dem durch Reiben und Brechen der Fossilien erzeugten Licht, so ergiebt sich zwischen beyden eine grosse Aehnlichkeit:

- a) Beyderseits sind nur gewisse Körper dazu geschickt, auffallende, unseren Werkzeugen und Sinnen bemerkbare Zeichen ihres Daseyn's zu geben.
- b) Die hiezu dienlichsten Körper sind beyderseits dieselben — Fossilien des Kieselgeschlechts, gemeines Glas — je reiner, homogener, von anderen Erdarten befreiteter diese Substanzen, desto tauglicher sind sie zu den Versuchen.
- c) Auch die Erregungsart ist dieselbe, nämlich Reibung; nur mit dem Unterschied, dafs hier zugleich Rauigkeit der Oberflächen und Bruch nöthig ist, dort nicht.
- d) Der erste und augenfälligste Erfolg ist hier wie dort ein Lichtausbruch zwischen den geriebenen Flächen, der zweyte manchmal etwas später bemerkbare ist ein gewisser, sich ähnlicher Geruch.
- e) Beyderseits wird das Licht durch mässige Wärme befördert, durch die entgegengesetzten Extremen aber vermindert, oder zernichtet.

Dem Sachkundigen wird es leicht seyn, in dieser Vergleichung fortzufahren.

Hieraus schliesse ich, dafs das durch Friction erdiger Fossilien, wenn sie mit Bruch begleitet ist, entstehende Licht einen Bestandtheil der electrischen Materie ausmachte, welche dem geriebenen Körper angehörte, und durch Reiben zersetzt wurde.

§. 176.

Im Ganzen dieser Darstellung scheint doch etwas mit den Wirkungen der Natur harmonirendes zu liegen.

a) Bey der möglichsten Näherung, bey der andauernden Berührung heterogener Substanzen äussert sich nur die electriche Basis, nicht das Licht, ganz vorzüglich wirksam;

b) Bey der aufgehobenen Berührung, bey der Trennung durch Bruch, erscheint das electriche Licht, und die Basis bleibt ganz, oder grösstentheils verborgen;

c) Bey der stets wechselnden Berührung und nur scheinbaren Trennung (Reibung ohne Bruch) heterogener Substanzen erscheinen Basis und Licht zugleich wirkend, zugleich bemerkbar.

Die Verschiedenheit dieser Resultate hat ihren Grund theils in der Verschiedenheit der Substanzen, theils im Unterschied der Behandlung. Bey a) wirken gute Leiter der Electricität mit Vortheil, vorzüglich heterogene; bey b) gute Nichtleiter, oder doch Halbleiter; übrigens gleichviel ob homogen oder heterogen; bey c) am besten Leiter mit Nichtleitern.

Ferner ist bey a) ruhiger und andauernder Contact ohne Wechsel und ohne Bruch der Oberflächen; bey b) das Entgegengesetzte des Contacts, gewaltsame Trennung, mit stetem Wechsel und Bruch der rauhen Oberflächen; bey c) stets aufgehobener und wieder hergestellter Contact, ohne Bruch der Oberflächen.

§. 177.

Der Grund, warum sich *b* von *a* und *c* so merklich unterscheidet, muß im Bruch, in der Zerstörung der Cohärenz gesucht werden, weil dieser Unterschied gänzlich verschwindet, und das Frictionslicht sogleich in die Form der gewöhnlichen Maschinen-Electricität übergeht, sobald die zum Versuch gebrauchten Körper polirte Oberflächen erhalten, hiemit kein Bruch mehr erfolgt. Dieser Erfahrungssatz läßt sich durch überzeugende Versuche darthun, nur muß man sich eine zweckmässige Anrichtung, eine *Frictionsmaschine*, verschaffen, welche mit einer electriche Glasscheibenmaschine viel ähnliches hat. Man setze an die Stelle der Glasscheibe einen harten Sandstein: statt der Reibkissen eine Anrichtung, um zwey gleichnamige Quarze, Bergkrystalle, oder was man prüfen will, einzuspannen, und durch Stahlfedern anzudrücken, isolire das Ganze, und bringe einen Hauptconductor mit spitzen Aufhängern an — — dann wird sich die Electricität auch durch Anziehen und Abstoßen äussern; nur muß man seine Erwartung nicht zu hoch spannen, eingedenk, womit man's zu thun hat, und wie sehr der unaufhörlich verbreitete Staub die erregte Electricität ableitet.

Ueber die Hauptwirkung dieser zwey Maschinen mache ich nur eine einzige Bemerkung. Die Glasscheibenmaschine ist unerschöpflich: Sie wirkt nach Belieben den ganzen Tag unaufhörlich fort; ohne abgenützt zu werden, und macht nach hundert Jahren noch dieselben Dienste: nur der Reibzeug muß von Zeit zu Zeit erneuert, und frisch belegt werden. Die Electricität kömmt also hier nicht ausschliesslich aus dem Glas und Reibzeuge, sondern aus den Umgebungen: es geht ein immerwährender Kreislauf vor, eingeleitet und unterhal-

A a a a

ten durch die Friction, durch den wechselnden Contact und Druck ohne Bruch; allein die Maschine darf nicht isolirt seyn.

Auch der trockene Sandstein zwischen Quarz, Bergkrystall, oder Glas gerieben zeigt an den Berührungsflächen ein immerwährendes Licht, und Spuren schwacher Electricität, vorzüglich wenn er gut isolirt ist. Allein sowohl der Läufer als die Reibzeuge werden stark abgenützt, sie verlieren mit jeder Umdrehung, und versplittern sich zu letzt in den Raum; dann hat das Licht mit dem Bruch ein Ende. Hier hat kein solcher Kreislauf der Electricität statt; sie kömmt aus den geriebenen Körpern selbst; sie wird gleich diesen zersetzt; das Licht bricht in den Raum aus, und mit dem Licht zum Theil die Basis; sie wirft sich aber hauptsächlich auf die Bestandtheile der durch Reibung zersezten Steine.

§. 178.

Auf die Frage nämlich: *wo die von ihrem Licht getrennte Basis bey der Friction (§. 187.) bleibe*, läßt sich so antworten:

a) Ein Theil davon verbreitet sich wirklich im Raum, wie ich so eben gezeigt habe;
b) Größtentheils aber scheint sie mit den geriebenen Substanzen neue Verbindungen einzugehen. Der Umstand, daß sich durch Friction Spuren eines freyen Kali zeigen, deutet auf eine erfolgte Zersetzung der Basis selbst, und auf eine neue Verbindung mit einigen Bestandtheilen der geriebenen Körper.

c) Gesetzt auch man könnte auf die vorgelegte Frage keine genügende Antwort geben, so hätten wir darum noch keinen hinreichenden Grund, das Factum und die daraus gefolgerte Erklärung sogleich abzuweisen. Muß sich denn alle Electricität durch Anziehen und Abstoßen, durch Anhäufung und Verdichtung äussern? Nehmen wir nicht zu diesem allgemein verbreiteten Stoff in hundert Fällen unsere Zuflucht, um Erscheinungen zu erklären, wo keine Spur von Anziehung zu bemerken ist?

d) Mesmers Operationen sind wohl um zwanzig Jahre älter, als Galvani's Versuche mit Fröschen. Niemand ahndete dabey die Electricität; auch Galvani würde die Zuckungen seiner Frösche nicht darauf bezogen haben, wenn nicht die ersten Versuche und Beobachtungen durch die gewöhnliche Electrisirmaschine wären veranlasset worden. Dermal zweifelt Niemand mehr daran, daß beyderseits die Electricität zum Grund liege; dasselbe Schicksal kann auch meine Hypothese haben.

e) Der Gedanke, das Frictionslicht zum Theil als ein electrisches Phänomen zu betrachten, ist nichts weniger als neu. Schon Dufay äusserte ihn (*Mem. de l' Acad. Roy. 1735, pag. 371.*) gab ihn aber wieder auf. Der grosse Davy erklärte sich anfangs laut dafür (*Gren. VI. 112.*;) allein sein Bestreben gieng immer dahin, zu erweisen, daß sich durch Reiben kieselartiger Steine Spuren der gewöhnlichen Electricität äussern. Als dieses nicht genügte, tratt er Wedgwood's Meynung bey, und erklärte das Frictionslicht aus der durch Rei-

hung erregten Wärme (*Gehlen N, A. J. I. 375,*) Gegen diese Meinung äusserte ich mich schon 1807. in meiner Petersb. Preisschrift. S. 144. §. 184. ganz kurz, ungeachtet ich damals die schöne Reihe von Versuchen noch nicht gemacht hatte, wie sie hier erscheint.

Hiemit könnte man den sechsten Erfahrungssatz nicht ohne Wahrscheinlichkeit allgemein aufstellen, und behaupten:

VI. Das Frictionslicht erdiger Fossilien bey mässigem Druck, ist ein electrisches Licht; in der Voraussetzung, dass das Licht durch reinen Bruch (Cohäsionslicht, Trennungslicht,) mit dem electrischen Stoff in naher Verbindung steht: dass das Zersetzungslicht vielleicht von der durch Reibung zersetzten Electricität des geriebenen Körpers herrührt: dass endlich durch Friction immer ein Bestandtheil des electrischen Fluidums zum Vorschein kommt. Allein ich will den Satz nicht so allgemein aussprechen: nur behaupte ich, dass die Electricität am Frictionslicht einen Antheil hat, und dass sich dieses Phänomen hinreichend und gründlich erklären lässt, ohne seine Zuflucht zur gesteigerten Wärme, und zur Glühhitze zu nehmen.

§. 179.

Hier wäre der Ort, vom Licht der gewöhnlichen Electricität zu handeln, wie es sich bey der Erregung durch Friction, beym Ausströmen, beym Uebersprung, und auf die mannigfaltigste Art bey den electrischen Versuchen darstellt; ein wahres Frictionslicht, und bey weitem die schönste Phosphorescens, die wir kennen. Allein dieser Gegenstand ist so weit umfassend, dass er eine eigene Abhandlung fordert, als ein Theil der gesamten Electricitätslehre, der wir noch entgegen sehen. Ich erlaube mir, einige Ideen zu äussern.

a) Um hierin systematisch zu verfahren, soll man meines Erachtens von der Contact-Electricität, von der Störung des electrischen Gleichgewichts durch Berührung, als der einfachsten Art, ausgehen, und sorgfältig untersuchen, was sich ergibt, wenn die Berührungsflächen homogen oder heterogen; wenn die Körper gute Leiter, Halbleiter, Nichtleiter; wenn sie trocken, feucht, oder nass sind; wenn sie zum Mineral-Pflanzen- oder Thierreich gehören; wenn sie sich noch in ihrem natürlichen, oder in einem mechanisch oder chemisch veränderten Zustand befinden, — *reine Berührung.* — — Hiezu gehört auch noch der durch Druck vermehrte Contact, oder die Electricität durch Compression, durch Verdichtung der Substanzen: selbst die tropfbaren und stets ausdehnbaren Flüssigkeiten sollte man nicht ausschliessen, in so fern sie zu derley Versuchen geeignet sind — *vermehrte Berührung.* — —

b) Da die Trennung der Annäherung und Berührung schnurgerad entgegengesetzt ist, so sollte man eben so umständlich nachforschen, welche rein electrische Erscheinungen sich ergeben, wenn man die Berührungsflächen schnell entfernt, wenn die Cohäsion durch Spalten, Blättern, Zerreißen, Brechen, u. dergl. überwältiget wird: *reine, und gewaltsame*

Trennung — — Ueberwältigung der Cohärenz überhaupt, Entfernung der Berührungsflächen ins besondere.

c) Die dritte Reihe von Versuchen würde die electrischen Phänomene, durch stetes Wechseln der Berührungsflächen hervorgebracht, enthalten, und zwar durch alle Klassen der Körper, starrer, tropfbarflüssiger, permanentelastischer, homogener und heterogener — *reine Frictions-Electricität, ohne Bruch.*

d) Durch Reibung mit Bruch ergäbe sich die vierte Reihe von Versuchen: *gemischte Friction — Druck, Bewegung, Bruch.*

Dies wären ohngefahr die mechanischen Mittel, Electricität zu erregen, die chemischen sind nicht minder zahlreich: durch Mischungen, Auflösungen, und Zusammensetzungen, auf trockenem, und auf nassem Wege, durch Erwärmen, und Erkalten, u. s. f.

e) Es läßt sich nicht zweifeln, daß man mittelst dieser alles umfassenden, systematisch geordneten Reihe von Versuchen die Lehre von der Electricität in theoretischer und practischer Hinsicht gar sehr erweitern und berichtigen könnte. Wie weit rückten wir nicht vorwärts seit der Entdeckung der Contact - Electricität, der spätesten aller bisher bekannten, ungeachtet sie uns am nächsten lag? Ein Frosch mußte in uns die erste Idee erwecken, die Galvani auffasste, und Volta über alle Erwartung erweiterte. Ohne den Erfinder des Eudiometers, Electrophors, Condensators, und der electromotorischen Säule würde dieses hoffnungsvolle Kind noch in der Wiege liegen, oder vielleicht gar schon zu Grabe getragen seyn.

§. 180.

Das Gesammte dieser grossen Entdeckung kann man unter drey Rubriken bringen, und mit dem Namen der vorzüglichsten drey Männer belegen: Galvanismus, Voltaismus Davysmus.

a) Contact - Electricität im Thierreiche gehört Galvani und seinen würdigen Neffen Aldini zu; denn es ist erwiesene Thatsache, daß frische Muskeln und Nerven auch ohne Metallbelege, durch Berührung allein, Zuckungen hervorbringen. Die electrischen Fische vertreten die Stelle einer ganzen Säule, oder einer kleinen Batterie. Aldini's klassisches Werk: (*An Account of the late Improvements in Galvanism etc. London 1803. 4to.*) Setzt meine Behauptung ausser Zweifel.

b) Contact - Electricität durch heterogene, vorzüglich in einer oder mehreren Säulen aufgehäuften Metalle soll Voltaismus heissen. Was für die gemeine Electricität die Verstärkungsflasche war, das ist für die Contact - Electricität die voltaische Säule. Allein diese Anrichtung hat eine doppelte Seite; die electrische, und die chemische, jene ist von Volta unübertrefflich bearbeitet worden; diese scheint dem grossen Davy das meiste Licht, so wie die frappantesten Versuche und Anwendungen verdanken zu müssen; daher ist mir

c) Die chemische Wirkung der voltaischen Säule Davysmus. Die Berührung heterogener Metalle ist allerdings der erste Grund des gestörten Gleichgewichts in der electromo-

torischen Säule; allein die Zersetzung der feuchten Leiter scheint zum glücklichen Erfolg nicht minder nothwendig. Diese Ansicht, und die daraus abgeleiteten Folgerungen, so wie die Hauptversuche der Zersetzungen gehören meines Erachtens Davy.

§. 181.

Gehen wir in der Geschichte der Physik bis auf 1766. zurück, so erscheint Dr. Mesmer mit seinem thierischen Magnetismus, *) welcher späterhin Epoche machte, und dermal neues Leben erhält. Dafs der Ausdruck Magnetismus nicht am besten gewählt ist, bedarf keines Beweises; zu Dr. Mesmers Zeiten war dieser Irrthum verzeihlich, dermal schwerlich mehr; denn er verleitet zu falschen Begriffen; nur Galvani's Entdeckungen gewähren hierüber Aufklärung, und nur die thierische Electricität giebt den Operationen der Magnetiseurs eine vernünftige Deutung. — Wir sehen hier die Wirkungen der Contact-Electricität im thierischen Organismus, durch lebende, mit Einbildung und Vernunft begabte Subjecte modificirt; daher in vielen Fällen nicht einmal Contact erfordert wird, sondern schon Annäherung hinreicht. — Das Seltsame des Somnambulismus und der Clairvoyance, gehört nicht mehr in's Gebiet der Naturlehre, sondern entweder zur Physiologie oder zur Begeisterungslehre. Es ist überflüssig, zu erinnern, dafs sich Magnetiseurs vorläufig mit der Geschichte und der Theorie des Galvanismus sehr genau bekannt machen, und hienach ihre Operationen einrichten müssen. Nirgends ist Unbefangenheit und Bedachtsamkeit so nothwendig wie hier. Uebrigens liegt dem Ganzen viel Wahres zum Grunde, und diefs heisse ich Mesmerismus (dem rechtschaffenen Manne zum ewigen Andenken.) Er geht merklich weiter als der Galvanismus, weil er es mit dem vollkommensten Geschöpfe des Thierreichs zu thun hat. Uebrigens bemerkte schon Volta, dafs auch anorganische Körper bey blosser Näherung auf einander wirken; noch stärker die präparirten Froschschenkeln bey Aldini (a. a. O.)

§. 182.

Die zweyte Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts war so reich an physikalischen Entdeckungen, als noch keines der vorbergehenden; die *Contact - Electricität*, die *chemische Seite* der voltaischen Säule, und die durch Malus, Biot, Arrago, ganz vorzüglich aber durch Hrn v. Seebeck erläuterte *Polarität* des Lichts sind dabey nicht die letzten. Das *Frictionslicht*, und das *Trennungslight* steht vermuthlich mit allen dreyen in Verbindung;

*) Die Veranlassungen hiezu, so wie seine ersten Schicksale erzählt er selbst in einem *Schreiben über die Magnetkur* 1776. 8vo. ohne Druckort. Der erste Brief an einen auswärtigen Arzt ist datirt den 5. Jänner 1775, Wien. Noch im selben Jahre kam Gasner, und einige Monate später auch Mesmer nach Regensburg, wo ich damals meine Studien machte.

letzteres muß noch mehr untersucht werden, als es hier geschehen konnte. Beym Trennen, Brechen, Spalten krystallinischer Fossilien und Salze erscheint Licht. Da diese starren und spröden Körper keiner eigentlichen Verdichtung durch Druck (in dem Sinne, wie die permanentelastischen Flüssigkeiten) fähig sind, so kann man ihr Frictionslicht nicht aus der durch Druck erzeugten Wärme herleiten. Diefes ist meines Erachtens der einfachste Beweis gegen die gewöhnliche Erklärung. Hingegen wissen wir aus hundert Thatsachen, daß durch Bruch Electricität entsteht, wovon das Licht einen Bestandtheil ausmacht; mithin ist wahrscheinlich auch das Trennungslicht, auch das Krystallenlicht electricischer Abkunft.

§. 183.

Das Freywerden des Kali durch Reiben ist ein Fingerzeig der Natur, dessen Deutung wir noch nicht entziffern können; doch sind Muthmassungen erlaubt.

Kali ein Zusammengesetztes, nach van Mons aus Stickstoff und Wasserstoff: nach Fourcroy aus Stickstoff und Kalkerde: nach Morveau aus Wasserstoff und Kalkerde. Die Kieselerde, und viele andere durch Friction leuchtende Fossilien, aus einer eigenen Erde, aus Stickstoff und Wasserstoff, zusammengesetzt. — — —

Bildet sich vielleicht das zum Vorschein kommende Kali aus dem Stick- und Wasserstoff der durch Reiben zersetzten Erde? oder aus dem Stick- und Wasserstoff der durch Reiben zersetzten Luft? Oder ist vielleicht die Electricität ein Zusammengesetztes aus einer Säure, aus Kali und Licht? Dann könnte durch Reiben eine Zersetzung des electricen Stoffs entstehen, wobey die Säure mit dem geriebenen Körper in engere Verbindung träte, und das Licht in die Umgebung ausbräche. — — Muthmassungen. — — So viel bleibt ausgemacht, daß Reibung mit Bruch mechanisch und chemisch zugleich wirkt: mechanische Trennung, chemische Zersetzung. Gerade so wirkt der Druck auf feste Körper und erdige Pulver im beschränkten Raum; erst Bruch, dann Zersetzung, zuletzt in beyden Fällen Lichtausbruch; nur mit dem Unterschied, daß das Leuchten durch Druck allein stets eine Folge der Erhitzung ist, jenes durch Reiben nur unter gewissen Umständen. Der Druck wirkt kräftiger auf Zersetzung, das Reiben mehr auf Lichtentwicklung; hier nämlich geht alles auf und nahe an der Oberfläche vor, dort vorzüglich im Innern des Körpers. Beym Reiben findet auch die umgebende Luft ihr freyes Spiel; daher leuchten viele Substanzen schon bey einer sehr mässigen Reibung, nie aber ohne starken und raschen Druck.

§. 184.

Die electricen Lichterscheinungen im luftleeren Raum, und in verdünnter Luft sind für die Theorie der Electricität sowohl, als des Frictionslichts von einiger Wichtigkeit. Man behauptet gewöhnlich, *luftleeren Raum isolire die Electricität* — ich weiß nicht, aus welchen Gründen — Schon die Versuche mit der Luftpumpe zeigen, daß das electriche Licht

desto reichlicher ausströmt, je mehr die Luft unter der Glocke verdünnt wird; und daß das Abstoßen der Korkkugeln in demselben Verhältniß abnimmt, und endlich ganz verschwindet. Im ganz luftleeren Raum würde sich also das electrische Flüssige ohne alles Hinderniß verbreiten — hiemit der luftleere Raum gar nicht isoliren. — Bestens ausgesottene Barometer leuchten noch; geschieht es aber nicht, so ist das Vacuum daran nicht Schuld. Hiedurch wird auch des Hrn. Biot Meynung widerlegt, daß alles electrische Licht ein Condensationslicht der gemeinen Luft sey.

Zu solchen Versuchen sind die phosphorescirenden Röhren viel bequemer und lehrreicher als das Barometer. Man kann in ihnen die Luftverdünnung beynahe bis auf den Grad des torricellischen Raumes treiben: man kann die Electricität durch Reiben der äussern und innern Fläche, so wie durch Mittheilung, erregen und anhäufen: man kann die Wirkungen aller Arten von Reibzeugen prüfen: Sie vertreten die Stelle eines sehr empfindlichen Electrometer: Sie sind für die Theorie der Isolatorn, der Verstärkungsflasche, und dergl. sehr nützlich: der mindeste Sprung der Glasröhre vereitelt alle Versuche, und das Quecksilber fängt sogleich an sich zu oxydiren, was hier ohne Vergleich schneller vor sich geht, als am kurzen Schenkel des Heberbarometers — ein auffallender Unterschied — gerade als wenn Quecksilber durch längern Aufenthalt im luftleeren Raum zur leichtern Oxydation vorbereitet würde.

SIEBENTES KAPITEL.

Vom Leuchten einiger Salien, Verglasungen, und chemischen Verbindungen.

§. 185.

S a l i e n.

Aus den im vorigen angeführten Erfahrungen sehen wir, daß unter den in ausgezeichneten Krystallen dargestellten Salzen einige schon bey der sanftesten Reibung im Finstern leuchten, andere hingegen nur bey verstärkter Friction: daß manchmal schon der reine Bruch hinreicht, öfters die Collision, und das Pochen im Mörser muß angewandt werden. Ich fand sogar, daß sich der Erfolg auch bey denselben SalzkrySTALLen nicht immer gleich bleibt. Wer wird alle diese Verschiedenheiten ausmitteln, wo es auf die Grundstoffe und ihre Verbindungsart; auf das Krystallisationswasser, und dessen Modificationen; auf die Krystallform und deren Bildungsumstände rücksichtlich der umgebenden Luft, der Trockne, der

Temperatur, des Sonnenlichts, u. dergl. ankömmt? Im ganzen scheint aus meinen Versuchen nur so viel hervorzugehen, daß alle Salze von consistenter, krystallinischer Aggregatform durch mechanisches Verfahren, mittelst Bruch und Reibung, einer Phosphorescenz im Finstern fähig sind, und hierauf dürfte wohl anwendbar seyn, was ich im zweiten Abschnitt vom Leuchten durch reinen Bruch (§. 100. u. f.) und im dritten vom Leuchten durch mässige Friction (§. 165. u. f.) gesagt habe. Uebrigens ist es sehr wohl möglich, daß hier noch andere Triebfedern wirksam sind; denn wir haben es mit modificirten Naturalien, mit Kunstproducten zu thun, und es ergibt sich aus allen meinen Forschungen vom Anfang bis hierher, daß die schwachen Lichterscheinungen manchmal schon mit der mechanischen, noch mehr mit der chemischen Umgestaltung der geprüften Substanzen wechseln. Hievon nur etwas Weniges, was auf das Gesagte Bezug hat,

§. 186.

Chemische Verbindungen.

In den ersten drey Abhandlungen bemühte ich mich, nicht nur die freywillige Phosphorescenz natürlicher Körper zu untersuchen, sondern auch künstliche Verbindungen darzustellen, welche den natürlichen Phosphor an Leuchtkraft gleich kamen. Gerade so wollte ich auch hier verfahren; allein ich sah gar bald, wie sehr man auf seiner Hut seyn müsse, um keine Trugschlüsse zu machen, und den Erfolg nicht auf der unrechten Seite zu betrachten. Da es ein doppeltes Frictionslicht giebt, (durch Temperaturerhöhung, und durch reine Friction mit Bruch,) und da beyde auf ganz verschiedenen Gründen beruhen, so ist nichts leichter, als das eine mit dem andern zu verwechseln. Wir wissen, daß Kunkel's Phosphor, Canton's Schwefelkali, die frischen Zinkblumen, u. dergl. durch die schwächste Reibung zum Leuchten gebracht werden: daß Knallsalze und Knallmetalle durch den sanftesten Druck verpuffen; allein wir wissen auch, daß diese Erscheinungen vom Licht geriebener Quarzstücke wesentlich verschieden sind. Eine eben so ausgemachte Thatsache ist's, daß wir zerlegten Körpern nie wieder ihre natürliche Aggregatform geben können, wovon doch das gewöhnliche Frictionslicht ganz vorzüglich abhängt. Was ich also hier anführe, geschieht mehr der Vollständigkeit halber, als um eine Theorie darauf zu bauen, wie's mein Collega Hr. Dessaignes, leider! nicht am glücklichsten, gethan hat.

§. 187.

Phosphorsaure Verbindungen.

a) Als sich Hr. v. Saussure mit dem Leuchten des Dolomit beschäftigte, mischte er gewöhnlich kohlensaure Kreide mit zerflossenen Phosphorglas oder mit Phosphorsäure, welche er aus dem zerflossenen Phosphorglas erhielt: behandelte die Mischung in

einem mässigen Feuer, und erhielt dadurch ein Product, welches schon durch Reiben oder Streichen mit einer Schreibfeder sehr schön leuchtete; auch diese Eigenschaft noch beybehielt, nachdem er die dünne Verglasung von der Oberfläche des Products weggeschafft hatte. Nahm er statt der Kreide Marmorstücke, so erfolgte dieses schöne Licht durch schwaches Reiben nicht, „vermuthlich (setzt er hinzu) weil die Phosphorsäure in den harten Marmor nicht so leicht, wie in die milde Kreide eindringen, und sich in den Zwischenräumen zu Krystallen bilden konnte; denn die phosphorsaure Kalkerde krystallisirt sich auf trockenem Wege sehr leicht.“

b) Eben so behandelte Hr. v. Saussure den Gyps; trieb aber die Glühhitze bis auf einen hohen Schmelzgrad; es entstand ein hellgrünlichtes Glas mit gestreiften, prismatisch übereinandergeschichteten, und an den Enden prismatisch durchschnittenen Lagen, welches wie das vorige mit einer Feder gestrichen, sehr schön phosphorescirte (*Journ. d. Phys. XL, 163.*) Hr. Dessaignes wiederholte diese beyden Versuche mit unbedeutenden Abänderungen, und erhielt dieselben Resultate. Er versichert, nie einen auffallendern, und intensern Phosphor gesehen zu haben, als der ist, den man erhält, wenn man 3 Theil phosphorsauen und 1 Theil schwefelsauren Kalk durch Schmelzen in ein leichtflüssiges Glas verwandelt.

Hierüber erklärt sich Hr. v. Saussure eben so bescheiden als gründlich auf folgende Art: „Ich will jetzt nicht untersuchen, ob die durch Collision erzeugte Phosphorescenz des Dolomit der Zersetzung, oder Electricität, oder der Glühhitze, als eben so vielen Wirkungen der Reibung, zugehöre; sondern ich bemerke nur, daß es dabey nicht so sehr auf die Härte, als auf ein vortheilhaftes Gefüge (texture) der Substanz ankomme, um die Reibung wirksamer zu machen. Könnte man daher nicht sagen, die Kreide leuchte darum besser, als der Marmor, weil ihr Gewebe mehr erweitert ist, weil sie dem phosphorsauren Kalk mehr Raum, sich zu krystallisiren, darbiethet, hiemit mehr Rauheit entsteht? da hingegen das dichte und enge Gefüge des Marmors der Krystallisation hinderlich ist.“

Nach Hrn. Dessaignes ist das Wasser die allgemeine Quelle aller Phosphorescenz: alle Erscheinungen müssen in diese Form passen, sie wollen oder wollen nicht; obiger Versuch muß sogar einen Hauptbeweis der angenommenen Meinung liefern, weil er mißlingt, und alles dunkel bleibt, wenn die Kalkerde ätzend, mithin ihres Wassers beraubt ist.

So verschieden sind unsere Ansichten! ein dritter würde die Erscheinung wieder anders erklären. Sollte an jenem Leuchten der Phosphor gar keinen Antheil haben? er hat ihm doch bestimmt in vielen Fällen (*oben Seite 391 — 409.*) Verbindet man die kohlenaure Kalkerde mit Phosphorsäure, und behandelt man sie im Feuer, so kann wohl eine Zersetzung vor sich gehen, der Phosphorstoff sich mit der Erde verbinden, und sie zum Leuchten durch Reibung geschickt machen. Warum leuchtet wohl aus allen Metallsalzen durch Friction nur das schwefelsaure, phosphorsaure, und salzsaure Quecksilber, so wie das ätzende Sublimat?

§. 188.

Salzsaure Verbindungen.

Es ist merkwürdig, daß die Salzsäure, wenn sie mit Erden, Alkalien, und Quecksilber verbunden wird, diesen vorzugsweis die Fähigkeit mittheilet durch Reibung und Bruch zu leuchten. Wer denkt hier nicht an die Knallsalze und an die Verbrennungen im oxydirten salzsaurem Gas? Beyspiele solcher Verbindungen sind:

- a) Das salzsaure milde Quecksilbersublimat, wovon bereits oben (§§. 112, 115.) Meldung geschah;
- b) die überoxydirte salzsaure Pottasche, und die verglaste salzsaure Soda;
- c) der salzsaure Kalk durch mässige Hitze zu einer teigartigen Fritte verglasen;
- d) Auch das Leuchten des krystallisirten schwefelsauren Kali scheint durch Kochsalz befördert zu werden, wie ich aus §. 84, b, c. schliesse.

§. 189.

Schwefelsaure Verbindungen.

Ausser dem schwefelsauren Kali und der gelben Blende, wovon bereits die Rede war, gehört hieher noch Cantons Phosphor, die schwefelsaure Thonerde mit Pottasche, die schwefelsaure Kalkerde, und die schwefelsaure Strontionerde; welche durchgängig mittelst Friction oder Collision, mehr oder weniger leuchten. Man kann sie zu den verbrennlichen Substanzen rechnen, und ihr Leuchten als ein schwaches Verbrennen ansehen, vorausgesetzt, daß die Schwefelsäure im Feuer einer Zersetzung unterworfen ist.

§. 190.

Es ist aber auch möglich, daß ihr Licht, welches durch Reiben und Schlagen entsteht, wenigstens zum Theil, zur eigentlichen Phosphorescenz durch Friction ohne Verbrennen gehört; daher man sie künstliche Phosphor durch Reibung nennen kann. Ihre Verfertigung beruht auf folgenden Grundsätzen:

Durch den höchsten Grad der Glühhitze kann man jede Art der Leuchtkraft in den Körpern zerstören. Selbst der für sich unschmelzbare Quarz verliert dadurch seine im natürlichen Zustand ganz vorzügliche Eigenschaft, durch Friction zu leuchten; bey'm Flusspath und den kohlensauren Kalkerden geht dieß noch leichter an. Wollte man diesen Fossilien ihre zerstörte Leuchtkraft wieder verschaffen, so müßte man ihnen ihre Sprödigkeit, ihr krystallinisches Gefüge, und alles was sie im Feuer verloren haben, wieder geben; sie müßten nach allen ihren Eigenschaften wieder werden, was sie waren. Für uns eine Unmöglichkeit. — Man wird daher aus erdigen, auf trocknen oder nassen Wege vorläufig zer-

legten, und dann auf eine schickliche Art wieder hergestellten Fossilien nie künstliche Phosphorn von einiger Auszeichnung erhalten.

Besser erreicht man seinen Zweck durch Zusatz solcher Substanzen, welche Verbindungen mit ihnen eingehen, durch mässiges Feuer Cohärenz erhalten, und in einigen ihrer Bestandtheile entweder Lichtreich, oder leicht verbrennlich, oder electrisch sind. Bey solchen Verbindungen wird schon eine mässige Reibung, manchmal selbst der reine Bruch hinreichen, Licht aus ihnen zu entwickeln. Von dieser Art sind die meisten so eben aufgezählten Verbindungen.

§. 191.

Verglasungen.

Wenn das Frictionslicht von einer bestimmten Aggregatform, und vom krystallinischen Gefüge der Körper abhängt, wenn es aus den Steinen des Kieselgeschlechts vorzugsweis ausbricht, wenn es sich auch bey'm gemeinen Glas noch mittelmässig gut äussert, so kann man in vielen Fällen schon zum voraus errathen, wie der Erfolg bey der Reibung mancherley Verglasungen und künstlicher Flüsse ausfallen werde. Die Beschaffenheit der Bestandtheile, der Grad der Glühhitze oder der Verglasung, und das Gefüge der erstarrten Masse muss den Ausschlag geben.

Die Erfahrung lehrt folgendes:

a) Der reine Quarz und alle Steine des Kieselgeschlechts phosphoresciren durch mässige Friction im natürlichen Zustand besser, als das gemeine Glas: dieses besser als das Flintglas, und dieses immer schlechter, je mehr es Bleyoxyd enthält; das eigentliche gelbe Bleygas endlich leuchtet gar nicht mehr, oder äusserst schwach.

b) Die reinen Salz- und Metallgläser leuchten durch Reiben und Schlagen nicht; sie erhalten aber diese Eigenschaft, wenn man sie mit alkalischen Erden, z. B. mit Kalk, Baryt, oder Strontit zusammenschmelzt; nur müssen diese Erden nicht ätzend seyn.

c) Sowohl bey diesen, als bey anderen künstlichen Flüssigkeiten darf die Verglasung nur so weit gesteigert werden, bis eine glasartige Fritte entsteht, indem das Frictionslicht ausbleibt, wenn man den Grad der Schmelzhitze bis auf's höchste getrieben hat.

Diese Erfahrungen lassen sich ohngefähr so erklären:

a) Die Steine des Kieselgeschlechts verlieren durch Schmelzen nicht nur ihre der Phosphorescenz vortheilhafte Aggregatform, sondern auch einige das Leuchten befördernde Bestandtheile z. B. den Stickstoff und Wasserstoff: durch Zusatz von Kali oder Natron wird dieser Verlust nicht ersetzt, da die Kalien selbst im reinen Zustand durch Reiben nicht leuchten, so wenig als das Bleyoxyd. Kein Wunder also, wenn Glas schwächer phosphorescirt, als reiner Quarz.

b) Die Bestandtheile der Salz- und Metallgläser besaßen vor der Verglasung entweder gar keine, oder nur eine sehr schwache Leuchtkraft: die Glühhitze konnte ihnen diese Eigenschaft so wenig als den Kalien mittheilen. Mischt man sie aber mit milden Erden, so erhalten sie einen höhern Grad der Sprödigkeit, vielleicht auch eine vortheilhaftere Aggregatform: Sie ziehen die Feuchtigkeit aus der Luft nicht mehr so begierig an sich: Zugleich kommen solche Ingredienzen hinzu, welche bereits im natürlichen Zustand durch Friction leuchten.

c) Dafs die Verglasung in keinem Fall den höchsten Grad der Hitze erreichen darf, wird Niemand befremden, der bedenkt, dafs durch eine solche Behandlung die Eigenschaft zu leuchten in allen Substanzen zerstört wird.

E n d e r k l ä r u n g.

§. 192.

Das Endresultat aller meiner Forschungen über das Frictionslicht dürfte also folgendes seyn:

Abgesehen von den Fällen, wo durch Reiben ein Verbrennen, oder ein Glühen erzeugt wird; auch abgesehen von der umgebenden Luft, welche in- und zwischen den geriebenen Körpern zufällig verdichtet das Frictionslicht vermehren kann, giebt es ein eigenes, von den bisherigen Arten der Phosphorescenz verschiedenes, reines Lichtphänomen, welches durch Aneinanderreiben starrer Körper, hauptsächlich der Fossilien veranlaßt wird und wovon der nächste Grund 1') auf der durch Friction bewirkten Trennung der Theile (dem Abspringen der Unebenheiten:) 2') auf der durch Reibung erzeugten Electricität: und 3') auf der dadurch veranlaßten chemischen Zersetzung der Substanzen beruht. Weder der das Reiben begleitende Druck, noch die dadurch vermeintlich erregte Wärme hat an diesem Licht einen merklichen Antheil, selbst die Electricität nur zum Theil; der Hauptgrund liegt in der gehobenen Cohärenz durch raschen Bruch; in den meisten Fällen aber wirken alle drey Umstände zusammen. Von den zwey letztern kann man die Erklärung noch weiter verfolgen; nur das Trennungslicht bleibt uns zur Zeit noch ein Geheimniß. Da man es auch ohne Friction, durch blosses Spalten einiger Fossilien, erhält, und da es sich hauptsächlich bey den Substanzen von blätterigem, und krystallinischem Gefüge äussert, so muß man den Grund dieses Trennungslicht in der Aggregatform, in der Aufhebung nicht der Cohärenz im allgemeinen, sondern einer Cohärenz von bestimmter Art; nicht im Zerstören, sondern im Zerreißen und Trennen der Krystalle, in der Entfernung der Berührungsflächen suchen. Dadurch unterscheidet sich das reine Trennungslicht auch von dem gemischten durch Friction.


~~~~~

ACHTES KAPITEL.

Rückblicke und Anwendung.

*Muthmassungen anderer Naturforscher.*

§. 193.

Meine Absicht ist nicht, eine Geschichte der Erklärungen und Ansichten eines der ältesten Phänomene zu schreiben; nur von dem, was in neuern Zeiten versucht wurde, und was zur Beleuchtung unseres Gegenstandes beytragen kann, will ich etwas wenigens sagen.

Wieman vor 200 Jahren über das Frictionslicht dachte, erzählt Thom. Bartholin in seinem so oft angeführten Buch *de luce hominum et brutorum* (Hafniae 1669, pag. 445. u. f.) Einige erklärten es aus der durch Bewegung und Reibung erzeugten Wärme (also ein schwaches *Glühen*): andere aus der durch Reiben verdünnten Luft bey ihrem Ausbruch aus den zerstückelten Körpern (*Licht durch Bruch und Trennung*): J. Sperling nahm zum Schwefel seine Zuflucht (*Verbrennen*): Rob. Boyle auf die Erscheinungen des Clayton'schen Diamants sich stützend, begnügte sich mit dem *Druck* (*Compressionslicht*): Bartholin selbst behauptete, das Licht mache einen Bestandtheil leuchtender Körper aus; das Reiben und Brechen gebe nur Anlaß zum entweichen, indem es dadurch von seinen Banden frey werde (*Licht durch Zersetzung*). Die bey allen Nationen übliche Art, durch Reiben und Schlagen sich Feuer zu verschaffen, gab der Hypothese einer durch Reiben erzeugten Glühhitze vor allen anderen das Uebergewicht. Erst nachdem wir mit dem electrischen Licht, und mit vielen andern, nur im Finstern bemerkbaren Lichtphänomenen bekannter wurden, wagte man's, auch das Frictionslicht verschieden zu erklären.

§. 194.

Noch zu unseren Zeiten war man der Meynung, das Leuchten durch Reiben komme bey nahe ausschließlichs den Steinen des Kieselgeschlechts zu. Zwei spanische Rohre aneinander gerieben, oder geschlagen leuchten im Finstern. Kraft führt diese Erfahrung bereits 1750. in seiner Experimentalphysik an. Der Sohn des Hrn. Croates de Clifton bemerkte 1799. dasselbe Phänomen durch Zufall, und nun unternahm Davy eine chemische Analyse dieser Pflanze, um vielleicht in den Bestandtheilen derselben den Grund der Phosphorescenz zu finden. Da sich hiebey aus dem Oberhäutchen Kieselerde ausschied, so schrieb man ohne Anstand das Entstehen des Lichts durch Reiben und Schlagen dieser Erde zu! (*Journal de Phys. XLIX, 202. u. f.*)

Allein diese Hypothese wurde schon früher gar sehr erschüttert, als Hr. v. Dolomieu um's Jahr 1789. unter den marmornen Statuen des alten Rom, und bald darauf in den Alpen von Piemont und Tyrol Kalkmassen entdeckte, welche sehr hart waren, mit den Säuen



ren nur schwach aufbrausten, und durch Collision, Friction, manchmal schon durch Streichen mit einer Schreibfeder leuchteten. (*Journal de Physic. XXXIX. 3. u. f.*) Diese letztere Eigenschaft fand er nur in den Kalkgebirgen der ersten Bildung, welche Herr v. Saussure Dolomit nannte, und einer chemischen Analyse unterwarf. \*) Herr Gillet-Laumont und Hr. v. Saussure der jüngere erhielten dieses phosphorische Licht auch aus den Kalkmassen von späterer Bildung, und überhaupt aus allen Arten der Kalksteine, nur mit wechselnder Intensität, sie mochten mit Säuren schwach oder stark aufbrausen.

Diese Erinnerung bestimmte vermuthlich Hr. v. Dolmien, über die Bildung, Bestandtheile, und Eigenschaften der Steine überhaupt eine mühsame und schätzbare Untersuchung vorzunehmen, die sich in obigem Journal theilweis abgedruckt vorfindet (*Band XXXIX, 314. und XL, 41. 203. 572.*)

Zu unserem Zweck dient vorzüglich die chemische Analyse der kohlensauren Kalksteine von Hrn. v. Saussure (a. a. O. B. XL. 161. u. f.) und jene der Kieselsteine von Hrn. v. Dolmien (B. XL. 576. u. f.)

Nur bey dieser Analyse verweile ich, und setze die erste als bekannt voraus. Ueberhaupt zeichnete sich der Dolomit vor anderen kohlensauren Kalkerden nicht aus.

### §. 195.

#### *Chemische Analyse der Kieselerde.*

a) In einer irdenen Retorte von 12 Kubikzoll Capacität wurden 10 franz. Grös pulverisirter Quarz, und 2 Unzen pulverisirter Aetzstein durch ein, stufenweis bis zur stärksten Glühhitze gesteigertes Feuer in einem Reverberierofen zusammengeschmolzen, wobey sich folgendes zeigte:

Zuerst entwickelten sich 22 Kubikzoll Stickgas; dann folgte eine kurze Pause. — Als die Retorte zu glühen anfieng, erschienen weisse, wässerige Dämpfe mit etwas Rauch, der sich zwar mit den Wasserdämpfen nicht ganz verband; zuletzt aber in der Glocke dennoch wieder verschwand. — Zugleich giengen neuerdings ohngefähr 12 Kubikzoll Gas über, größtentheils Wasserstoffgas, mit etwas wenigem kohlensauren Gas und Stickgas gemengt, worauf eine zweyte Pause eintrat. — Als man der Retorte, mittelst Gebläse, den höchsten Grad der Hitze beybrachte, entbanden sich neuerdings 20 bis 22 Kubikz. Gas, wovon  $\frac{4}{5}$  vom Wasser verschluckt wurden, der Ueberrest war wiederum Wasserstoff- und Stickstoffgas. — Hierauf konnte selbst durch die heftigste Feuerung nichts weiter erhalten werden.

\*) Dem Ritter v. Linné war dieser Kalkstein nicht unbekannt; er nannte ihn *Marmor tardum*, charakterisirte ihn sehr bestimmt, und fand ihn zu Roedberg in Norwegen. *Syst. Nat. III, 41 Edit. Vindob. 1770.*



b) Krystall aus Madagascar, lieferte nur Stickstoff- und Wasserstoffgas; die dritte Gasart aber erschien nicht. — Allein die Glühhitze konnte diesmal, aus Nebenumständen, nicht so hoch getrieben werden.

c) Als der Versuch mit möglichster Sorgfalt, und mit frischbereitetem kaustischen Kali zum drittenmal wie bey a) wiederholt wurde, war der Erfolg ganz mit dem ersten übereinstimmend.

d) Das Rückbleibsel bey dem ersten und dritten Versuch war eine weisse, verglaste, undurchsichtige, aufgeblähte Substanz: bey dem zweyten ein grünlichtes, durchsichtiges Glas. Beide Rückstände waren kaustisch, sogen die Feuchtigkeit aus der Luft sehr begierig ein, und lösten sich im Wasser auf, woraus sich ein schwarzer, dem Schein nach fetter, und rusiger Niederschlag bildete.

## §. 196.

Hr. v. Dolomien nimmt keinen Anstand, das bey obigen Processen erhaltene Wasserstoff- und Stickstoffgas ganz allein der Kieselerde zuzuschreiben, welche durch diese Scheidung eine wesentliche Veränderung erlitten hatte, wobey das Kali unverändert blieb, und durch Säuren von der Kieselerde wieder getrennt werden konnte. Nur das kohlensaure Gas dürfte dem Kali zugehören, indem es heynahe unmöglich ist, ihm selbes durch Kalk gänzlich zu entziehen. Dem Wasserstoffgas wird auch die Flamme zugeschrieben, die Hr. v. D. bey Bereitung der Kieselfeuchtigkeit über dem Schmelztigel schweben sah. — Wasserstoff- und Stickstoff machen also, nach seiner Meinung, zwey Bestandtheile der Kieselerde, aus, wozu noch der dritte, vom Wasser verschluckte kommt, der vermuthlich, über Quecksilber aufgefangen, seine Gasform beybehalten hätte. Ferner scheint es ihm ausgemacht, daß die Kieselerde ihre Unauflöslichkeit in Säuren jenen zwey Stoffen zu verdanken habe: daß das Aufblähen und Aufwallen bey dem Schmelzen des Quarzes im Sauerstoffgas, so wie das Licht und der Geruch bey dem Reiben, von ihnen herrühre. Es ist also der eigentlich sogenannte Quarz, (selbst alle fremdartigen Erden bey Seite gesetzt) keine einfache Substanz: die Elementarerde, wovon er den Namen führet, ist mit mehrern fremdartigen Stoffen, unter andern mit Stickstoff, und Wasserstoff vermischt: derselben beraubt, besitzt die Kieselerde ganz andere Eigenschaften, andere Verhältnisse, andere Sättigungspunkte, ist in allen Säuren auflöslich, u. s. f. (a. a. O. XL. 319.) Alle obige Versuche wurden in der Werkstätte, und mit Beyhülfe des sehr geschickten Chemikers Pelletier in den Jahren 1791 u. 1792. gemacht, und mannigfaltig wiederholt. \*)

\*) Hr. v. Saussure fand, daß die sehr harten und doch nicht leuchtenden Dolomiten ein sehr dichtes und feines Korn hatten, die leuchtenden aber ein rauhres und mehr erweitertes; zwar zeigten diese keine bestimmte Krystallform, allein ihr ealinisches Korn schien anzuzeigen, daß sie derselben fähig seyen. Bey der chemischen Analyse ergab sich zwischen beyden nicht der mindeste Unterschied, auch keine



## §. 197.

*Wiederholung obiger Versuche.*

Hr. Prof. Schmid in Giessen unterzog sich dieser Arbeit mit der ihm eigenen Genauigkeit, wie man aus einem sehr lehrreichen Aufsatz: *Ueber den phosphorescirenden Bestandtheil des Quarzes* (Grens. N. J. d. Phys. 1795, I. 297, u. f.) ansehen kann. Aus zehn mit möglichster Sorgfalt gemachten Versuchen zieht Hr. Schmid folgende Erfahrungssätze, die ich mit seinen eigenen Worten anführe;

1. Der Grundstoff der Stickluft macht, in genauer Verbindung mit der reinen Kiesel-erde, einen Bestandtheil des Quarzes, und überhaupt des Kieselgeschlechts aus;
2. Dieser Grundstoff wird durch das Reiben der Kieselsteine aneinander, zum Theil entbunden, und dadurch wird Licht und Geruch erzeugt;
3. Die Kieselerde hat ihre Unauflöslichkeit in Säuren und Laugensalzen auf dem nas-sen Wege, bloß der Verbindung mit jenem Grundstoff zu verdanken; (a. a. O. S. 299.)
4. Durch die Weißglühhitze, ohne chemische Wirkungsmittel, wird nur ein kleiner Theil der mit der Kieselerde im Quarz verbundenen luftförmigen Basis entwickelt. Dennoch reicht dieser verlorne Antheil schon hin, die phosphorescirende Eigenschaft von geglühten Quarzen, wenigstens an der Oberfläche, zu vermindern; ganz kann man in ihnen das Fric-tionslicht zerstören, wenn die Hitze durch ätzende Laugensalze unterstützt wird. (S. 307.)
5. Von inflammabler Luft konnte Hr. Schmid bey seinen Versuchen nie eine Spur auffinden; das kohlen-saure Gas aber gehört sehr wahrscheinlich dem Kali zu.
- 6) Der Stickstoff besteht wahrscheinlich aus Lichtstoff und einer zur Zeit noch unbe-kannten Basis — Salpeterstoff scheint es wohl nicht zu seyn. (S. 309.)

Mithin stimmen sowohl die Resultate der Analyse, als die Ansichten des Hrn. Prof. Schmid mit jenen des französischen Naturforschers in der Hauptsache überein.

## §. 198.

*Ein Versuch des Hrn. v. Lamanon.*

An diese Analyse des Quarzes reiht sich ein Versuch des Hrn. von Lamanon, den jedermann leicht wiederholen kann, und im Ganzen bestätigt finden wird. Wenn man zwey Stücke von Quarz, Bergkrystall, Calcedon, Kiesel, u. dergl. stark gegeneinander schlägt, und die abgesprengten Splitter auf weissem Papier auffängt, so unterscheidet man

Spur von Kieselerde. Hieraus schließt Hr. v. Saussure, daß die Leuchtkraft nicht auf der Härte, son-dern auf einem bestimmten Aggregatzustand der Molecül, auf der Krystallform, beruhe. (*Journal de Phys.* XL, 161. *Analyse de la Dolomie.*)



schon mit freyem Auge eine Menge schwarzer Kügelchen, den Mücken-Eyerchen ähnlich, hart, zerreibbar, das Papier gleich Kohlenstaub schwärzend, und gegen den Magnet unempfindlich: mit einem guten Mikroskop betrachtet zeigen sie Spuren einer mehr oder minder vollkommenen Verglasung (viele fand ich noch als reinen, unveränderten Quarz,) in der Salzsäure gelbt die schwarze Farbe in's Grüne über, gerade wie bey manchen Laven, und allen schwarzen Serpentinien. Je spröder die geschlagenen Steine sind, und je reichlicher das Funkensprühen, desto zahlreicher und grösser sind jene schwarzen Punkte; zu gleicher Zeit, wohl auch schon vor dem Ausbruch der Funken, entwickelt sich ein Dunst, eigentlich ein Rauch, der nur auf das Geruchsorgan wirkt, und der sich bey dem Aneinanderreiben der Steine immer einstellt.

Aus diesen Erfahrungen hält sich Hr. v. Lamanon berechtigt, folgende Schlüsse zu ziehen:

1. Die durch Anschlagen zweyer Quarzstücke ausbrechenden Funken sind Theilchen des feuerfangenden und verbrennenden Quarzes: der bemerkte Dunst ist der bey dem Verbrennen entstehende Rauch, und die schwarzen Absprünge sind die Ueberbleibsel der Verbrennung, eine Art von Asche. —

2. Das durch Collision bewirkte Feuer hat einen Grad von Intension, den wir weder durch unsere Brennöfen, noch durch die Brennlinen erreichen können. Unsere künstlichen Feuer greifen nur die Oberfläche der Körper an, das durch Schlag erzeugte hingegen umgibt die sehr dünnen Absprünge auf allen Seiten — — u. s. f. (*Journal de Physique* XXVII, 66. u. f.) \*)

### §. 199.

Es war zu erwarten, daß diese gewagten Sätze sogleich ihre Widersacher finden würden. Noch in demselben Band des *Journal de Physique* äusserte Herr Dela Metherie Zweifel gegen die Schmelzbarkeit des Quarzes: im nächstfolgenden (pag. 228. u. f.) Herrn Pictet und Jurine von Genf unbedingt; bald darauf Hr. Lavoisier in den *Mémoires de Paris* (anno 1786.) mit überzeugenden Gründen und erläuternden Bemerkungen. Hr. Mon-

\*) Bemerkungen über derley Absprünge, wenn man Kiesel mit Stahl schlägt, findet man schon in Hooke's *Micrographia*, London 1667, *Observat. VIII*; und dieser beruft sich bereits auf Descartes: ferner in des Paul Casati *Abhandlung de igne*, Francof. 1688 pag. 147. Hr. Kemp van Kerkwyk aus Utrecht machte die damaligen Naturforscher eigens, in einem gedruckten Programm 1736. auf dieses Phänomen aufmerksam, und verlangte eine genügende Erklärung hievon, welche Hr. v. Reaumur in den *Parisier Mémoires* für 1736. zu geben bemühet war; woraus Nollet und seine Nachfolger schöpften. Allein in allen jenen Aufsätzen werden die durch Feuerschlagen abspringenden Theilchen ausschließlich dem Stahl zugeschrieben, und von dem, was hiebey dem Hornstein angehören dürfte, geschieht mit keinem Worte Meldung. Dieses ist Hrn. v. Lamanon eigen, der auch den Stahl sehr weislich beseitigte,



ge äusserte sich gegen Hrn. Haüy mündlich über des Hrn. von Lamanon Versuch dahin, daß die schwarzen Körperchen, die sich auf dem Papier zeigen, nichts Metallisches enthalten, und daß sie nicht vom Verbrennen der Eisentheilchen herrühren, die den farbenden Stoff einer Menge quarziger Substanzen ausmachen, und wovon man auch den scheinbar reinsten Krystall nicht frey zu seyn glaubt. Jene Körper wären vielmehr kleine krystallinische, und durchsichtige Bruchstücke, die mit einer koligt-russigen Substanz überzogen wären, welche ihnen übrigens nicht fest anhienge. Diese russige Substanz rühre daher, daß die abgerissenen Quarzstückchen durch die Heftigkeit des Stosses zu einer sehr hohen Temperatur gesteigert, die brennbaren, in der umgebenden Luft stets schwebenden Stäubchen in Brand gesetzt hätten, die sich dann auf den Quarzsplitterchen lagerten, und eine Art von Kohle bildeten. — Hiemit sey des Hrn. v. Lamanon Beobachtung weiter nichts als Täuschung. So erzählt die Sache Hr. Haüy, und giebt Hrn. Le Monge ohne Einschränkung seinen Beyfall. (*Annales de Chimie*, XVI, 203, und *Gren, N. J. de Phys.* III, 109.) Gerade so äussert sich Herr Dessaignes in seiner Schrift, er fügt auch noch folgenden Versuch hinzu: „Man kann sich „einen mit jener russigen Materie gleichförmig überzogenen Staub verschaffen, wenn man im „Freyen zwey Glasröhren sehr lebhaft gegeneinander reibt; benetzt man aber die Röhren „vorläufig, so erzeugt sich durch Reiben nur ein weisser Staub ohne Rufs, obwohl sich hie- „bey die Phosphorescenz so gut wie zuvor einstellt.“

Ohne des Hrn. v. Lamanon Partey zu nehmen, scheint mir's doch, dieser Versuch spreche mehr für- als gegen ihn. Durch die Benetzung wird ja der Grad der Hitze merklich vermindert, hiemit das Verbrennen gehemmt. — Was aber des Hrn. Le Monge Erklärung betrifft, so fällt sie wirklich ein bisgen in's Lächerliche; daher sagt auch Hr. Gren a. O., die Sache sey nicht so geschwind abgethan; denn die Erscheinung habe noch statt, wenn auch die Splitterchen nur einen Fallraum von einigen Zollen zu durchlaufen hätten, wobey sich nicht wohl so viel Luftstaub verkohlen könnte, um der Erscheinung ein Genüge zu leisten. \*) Entscheidender würden mehrere Versuche in sehr verdünntem Raume, nach Hauksbees Methode, seyn; allein hiezu fehlte es mir am nöthigen Apparat; obwohl schon Hauksbee versichert, an den im verdünnten Raum abgesprungenen Kieseltheilchen selbst durchs Vergrößerungsglas keine Spur von Verglasung bemerkt zu haben. Ganz kann man also Lamanon's Versuch nicht verwerfen, obwohl ich davon keinen weiteren Gebrauch mache. Wichtiger scheinen die Resultate der von Dolomieu und Schmidt veranstalteten Analyse der Kieselerde. Da beyde in der Hauptsache übereinstimmen, an Genauigkeit nichts ermangeln liessen, und den Proceß mit gleichem Erfolg öfters wiederholten, so muß es befremden, daß man hievon späterhin entweder keine Notiz genommen, oder das Resultat

\*) Davy sagt: „Es ist nicht unwahrscheinlich, daß mittelst des Zusammenschlagens sehr harter steiniger „Körper, welche schlechte Wärmeleiter sind, in einigen Fällen die abgerissenen Theile sich wirklich ent- „zündet können, für diese Vermuthung sprechen mehrere Erfahrungen. (*Gehlen* I. 375.)



tat ganz kurz abgewiesen hat, z. B. in *Klaproth's und Wolf's chemischen Wörterbuch*, Art. *Kieselerde*, B. III. S. 119.

§. 200.

Durch die Resultate der chemischen Analyse also wurde man in der doppelten Meinung bestärkt, a) das Frictionslicht sey vorzüglich der Kieselerde eigen, und b) es sey die Folge der durch eine wahre Glühhitze bewirkten Zerlegung.

Hr. v. Lamanon vergleicht den Kiesel sogar mit dem Diamant, zählt jenen wie diesen unter die verbrennlichen Körper: findet den zum Verbrennen nöthigen Grad der Hitze in der durch Anschläge erzeugten Wärme, so daß nach seiner Aeusserung der Quarz in seinem eigenen Feuer verbrennt. Hiemit wird wohl Niemand einverstanden seyn.

Hr. v. Dolomien betrachtet das Frictionslicht der Kieselsteine als ein Verbrennen des Wasserstoffgas. Durch Friction aus demselben entwickelt, und durch die gleichzeitig freygemachte Wärme als Gas dargestellt, verpufft es beym Ausbrechen in die freye Luft — hiemit Verbrennen und Leuchten. — Auch diese Erklärung unterliegt so manchen Schwierigkeiten. Erstens wollte es Hrn. Schmid nicht glücken, bey der Zersetzung des Quarzes Wasserstoffgas zu erhalten, was freylich nur von der zu schwachen Feuerung herrühren dürfte. Allein dieß bey Seite gesetzt, scheint es mir noch immer bedenklich, das gewöhnliche Frictionslicht des Quarzes aus einem Bestandtheile abzuleiten, der nie früher zum Vorschein kam, als bis die Retorte zu glühen anfieng, was man durch Reiben nie erreicht. Auch wissen wir aus anderen Erfahrungen, daß das Wasserstoffgas mit athmenbarer Luft nicht mehr verpufft, sobald es einen gewissen Grad der Verdünnung erreicht, oder sobald der Druck der umgebenden Luft merklich geschwächt ist. Es leuchten aber die geriebenen Kieselsteine in möglichst verdünnter Luft so gut als im Freien: auch unter Wasser, u. dergl.

Nach Hrn. Prof. Schmid ist der Stickstoff (ein Bestandtheil der Kieselerde) aus Lichtstoff und einer noch unbekannten Basis zusammengesetzt; durch einen hinreichenden Grad der Hitze wird er von der Erde getrennt und zugleich zersetzt; dieses geschieht durch Reibung; hieraus das Leuchten. Diese sehr ungekünstelte Erklärung mag wohl auf die Falle einer sehr starken Friction, z. B. am laufenden Sandstein, anwendbar seyn, nicht so für eine mässige oder sehr schwache Reibung zweyer Quarzstücke.

Hr. Wedgwood dringt nicht so tief hinein, er begnügt sich zu sagen: Das Reiben erhitzt die geriebenen Stellen der rauhen Oberflächen bis zum Glühen, und hierin besteht das Leuchten. Allein es zeigt sich aus dem ganzen Aufsatz, daß er das weitreichende Phänomen der Phosphorescenz weder gehörig aufgefaßt, noch bis auf den Grund erforscht hat. So sagt er (*Gren. VII. 59:*) *die Körper leuchten gar nicht durch blossen Druck*. Von den starren Körpern gilt dieses wohl, nicht aber von Luft, Wasser, und erdigen Pulvern. Ferner: *Körper leuchten durch Bruch nur dann, wenn sie sich reiben*;



woraus erhellt, daß ihm das Leuchten der Krystalle und mehrerer Fossilien durch Brechen und Spalten nicht bekannt war.

§. 201.

Die Meinung des Hrn. Dessaignes ist neu und in ihrer Art einzig, indem er behauptet: *Das mit den Körpern chemisch verbundene Wasser ist das Einzige, was sich als Ursache der Phosphorescenz durch Friction und Collision angeben läßt.* (Schweigger VIII. 114.)

Es lohnt sich der Mühe zu untersuchen, wie H. D. auf dieses Resultat gekommen ist. In dieser Absicht liefere ich hier eine kurze Analyse seines Aufsatzes, und begleite sie mit einigen Bemerkungen. Das Ganze zerfällt in zwei Theile. Im ersten wird das Leuchten natürlicher Körper nach allen Seiten sehr gut untersucht. Es wird gezeigt, welche Körper durch Collision leuchten, welche nicht: Welchen Einfluß hierauf die Verschiedenheit des Reibzeuges hat: Wie sich das Licht an Deutlichkeit, Farbe, und Zeitdauer unterscheidet: Was die Härte und Sprödigkeit der Körper dazu beyträgt: Ob der gleichzeitig entstehende Geruch hierauf Einfluß hat: ob das Licht electrischer Art ist: Ob es aus der durch Reiben erzeugten Wärme entsteht. Alle diese Punkte werden sehr gründlich untersucht, und berichtet. (Das einzige wäre zu wünschen gewesen, daß man Reiben, Schlagen, Zertrümmern, Feilen, Aufritzen, u. dergl. sorgfältiger von einander getrennt hätte, da diese Verfahrensarten sehr verschieden auf die Körper wirken.) Nach so einer gründlichen Vorarbeitung konnte es nicht fehlen, der nächstgelegenen Ursache auf die Spur zu kommen, wie es auch geschah. S. 75. wird sehr richtig gefolgert, daß die Eigenschaft durch Collision zu leuchten, nicht von der absoluten Härte der Körper, sondern von der Sprödigkeit, von der Cohäsionskraft abhängt; daß dieses Licht nie ohne Trennung und Bruch der Substanzen erfolgt: daß es hingegen manchmal schon ausbricht, wenn einzelne Krystalle von der Gesamtmasse getrennt, oder eine blätterige Schichte aufgehoben wird. Allein anstatt diese Ansichten zu verfolgen, macht Hr. D. auf einmal S. 90. einen Sprung, woraus man deutlich sieht, daß sein Schluß früher gefaßt, als die Arbeit unternommen war. Nur dadurch wird es dem Leser begreiflich, wie es gleich anfangs S. 72. heissen kann: „Keine schwefelsaure Kalkerde leuchtet ausser dem Anhydrit; bekanntlich besitzt dieser kein Krystallisationswasser. — — — Eben so wenig leuchtet der Witherit, dem das Wasser so gut als dem Anhydrit fehlt\*) — — und gleich darauf: „Es wird genügen, im Vorbeygehen zu bemerken, daß nur diejenigen Körper der Phospho-

---

\*) Hier muß sich vermuthlich ein Schreib- oder Druckfehler eingeschlichen haben, wie man aus dem folgenden sieht. Uebrigens kann ich versichern, daß mir ein Witherit aus Böhmen durch Reiben und Schlagen mittelmässig leuchtete, wie es nach Hrn. Dess. Hypothese seyn sollte. Auch unter den Alabaster-Tafeln fand ich eines (aber auch nur eines unter vielen) durch Entzweybrechen leuchtend.



„rescenz beraubt sind, die entweder zu viel, oder gar kein Wasser enthalten. Eine Ausnahme hievon machen der Witherit, in dem sich wahrscheinlich Wasser vorfindet, so wie der Diamant und das Glas, welche kein Wasser zu besitzen scheinen, und dennoch leuchten.

Nach einer gleich anfangs so bestimmt geäußerten Voraussetzung war es wohl unnöthig mit den natürlichen Körpern so mancherley Processe und Prüfungen vorzunehmen, wie im ersten Theile geschah; denn hievon wird im zweyten Theil nicht der mindeste Gebrauch zur Erläuterung der Erscheinungen gemacht; indem sich alle Beweise des Hauptsatzes auf chemische Processe gründen, um das Wasser als Princip der Leuchtkraft aufzustellen.

### §. 202.

S. 92. trägt Hr. D. seine Meinung und Ansicht in folgenden Erfahrungssätzen vor:

Die Eigenschaft, durch Friction zu leuchten, hängt nicht so sehr von der physischen Beschaffenheit, als von einem gewissen chemischen Zustand der Körper ab: sie haftet hauptsächlich an einem flüchtigen, allen Phosphorn gemeinsamen Grundstoff, welcher das Wasser zu seyn scheint. Denn alle Körper verlieren ganz oder größtentheils ihre Phosphorescenz durch ein hinlängliches Verkalken im Feuer, und erhalten es wieder durch Zusatz von Wasser, wie man bey den kohlensauren, flusssäuren, salzsauren, und phosphorsauren Kalkerden; bey dem Borax und bey Cantons Phosphor sieht.”

Hiebey könnte man fragen: a) Welche Veränderung im chemischen Zustand geht denn vor, wenn man Quarz, Bergkrystall, Feldspath, Diamant, u. s. f. schwach gegeneinander reibt? wenn man von einer Krystallengruppe, vom Flusspath, Rosenquarz, u. dergl. einzelne Krystalle losmacht? wenn man russisches Frauenglas spaltet? Welchen Bezug hat gelindes Reiben und Spalten auf das Krystallisationswasser? Hr. v. Saussure fand bey der chemischen Analyse des leuchtenden Dolomit und anderer nicht leuchtender Kalksteine ganz und gar keinen Unterschied in den Bestandtheilen, sondern nur in dem Aggregatzustand.

b) Die Behandlung im Feuer wirkt auf die Körper so heftig, und bringt so wesentliche Veränderungen hervor, daß sich mit Zuverlässigkeit nichts schließen läßt. Die gesäurten Kalkerden z. B. verlieren dadurch ihre Saure, ihr Krystallisationswasser, ihren Aggregatzustand; hiemit dient derselbe Erfolg (das Nichtleuchten) dreyerley Hypothesen als gleichgeltender Beweis.

c) Durch Feuer kann man alle Körper zur Phosphorescenz jeder Art untauglich machen. Selbst der bestens leuchtende Quarz verliert diese Eigenschaft durch die Glühhitze, und zwar gerade so tief, als das Feuer eingreift. Ist auch hier Verluist des Wassers die Ursache? So geschiehts bey dem zu sehr gebrannten Feldspath, so bey dem Glas — Hätte Hr. Des-saignes seine Hyalit - Krystallen einem höhern und andauernden Grad der Hitze unterwor-





fen, so würden sie ihm so wenig geleuchtet haben, als Hrn. Schmid (§. 165, N<sup>o</sup>. 4) der Kieselstein.

d) Der Versuch mit kohlensauren Baryt (S. 91.) hätte füglich wegbleiben können, weil er zwey Unrichtigkeiten in sich enthält, und eben darum nichts beweist. Es wird behauptet, er leuchte durch Schlagen und lebhaftes Reiben in seinen natürlichen Zustand nicht, was mit der Erfahrung streitet, wovon man sich sogleich überzeugen kann, wenn man Witherit mit Witherit schlägt oder reibt: nicht minder unrichtig ist, daß der Witherit bis zum Verglasen erhitzt, keinen seiner Bestandtheile verliert — wurde dieses Verglasen wohl in Verbindung mit dem pneumatischen Apparat veranstaltet? — Da nun der zu einer grünlichen Fritte geschmolzene Witherit nach dem Abkühlen schon mit einer Schreibfeder gestrichen im Finstern leuchtet, so wird daraus geschlossen (N<sup>o</sup>. 59,) daß die Leuchtkraft nur dann mit der Härte zunimmt, wenn das Verfahren des Hartmachens den chemischen Zustand des Körpers nicht ändert, und daß die Phosphoreszenz mit der Anziehungskraft derselben gegen den Feuchtigkeitsstoff im geraden Verhältniß steht.

Uebrigens ist es allerdings schwer zu erklären, warum einige Mineralien durch Verglasung an Leuchtkraft gewinnen, wie hier der Witherit; andere sie zum Theil verlieren, wie Quarz und Kiesel: wieder andere dazu ganz unfähig werden, wie Metall- und Salzgläser. Warum wirkt die Veränderung der Aggregatform, und die Entweichung einiger Bestandtheile so verschieden auf die Phosphoreszenz?

e) Ferner behauptet Hr. Dessaignes S. 91; „die Verbindung heterogener Grundstoffe vermehre die Leuchtkraft, indem der Milchquarz besser leuchtet als der Hyalith, der Dolomit besser als alle übrigen kohlensauren Kalkerden, ungeachtet sich diese Fossilien nur durch einen kleinen Antheil von Thonerde unterscheiden.“ Zwischen den letztern versichert Hr. v. Saussure, durch die chemische Analyse nicht den mindesten Unterschied gefunden zu haben (*Journal de Physique* XL. 160.) Da der Quarz: wie er gewöhnlich vorkommt, immer Thonerde enthält, ist es wohl wahrscheinlich, daß ein Mehr oder Weniger der Thonerde auf die Phosphoreszenz einen so auffallenden Einfluß habe? Sollte man nicht vielmehr behaupten, der Quarz leuchte durch Reiben desto besser, je reiner und homogener er ist? Die Beweise, welche Hr. Dess. für seine Meinung aus verschiedenen Mischungen der Kalkerde mit Schwefel, Salzsäure, und Salpetersäure anführt, werden schwerlich jemand überzeugen, weil dadurch ganz andere Körper entstehen, welche mit dem Verhältniß der Ingredienzen wechseln. Diesen Ingredienzen und der Verglasung gehört die vermehrte Leuchtkraft zu, nicht der Heterogenität als solcher.

#### §. 203.

S. 104. macht sich Hr. D. selbst folgende zwey Einwürfe: (Hier muß man das französische Original nachlesen.)



a) Die augenblickliche Phosphorescenz wird allemal durch eine Ziehkraft erregt, welche die Körpertheile voneinander entfernt, anstatt sie einander zu nähern, auch wird  
 b) Das Glas durch Reiben sehr leuchtend, ohngeachtet es, wie man mit Grund vermuthet, kein Wasser enthält; Nichtsdestoweniger deuteten alle meine bisherige Untersuchungen auf das Wasser, als die gemeinsame Quelle aller Phosphorescenzen, die nicht das Resultat einer Verbrennung sind, mit sehr vieler Bestimmtheit u. s. f.

Der erste Einwurf, so wichtig er auch ist, wird nicht berücksichtigt; nur ganz zu Ende der Abhandlung (S. 114, 9.) wird der Gedanke geäußert, daß die Phosphorescenz durch Trennung vielleicht in einer raschen Entspannung eines im höchsten Grad elastischen Flüssigen bestehe, bewirkt durch die schnelle Entfernung der ponderablen Grundtheile (d. i. beym Bruch einiger Körper bricht Licht aus.)

Desto mehr Mühe giebt sich Hr. Dess. den zweyten Einwurf zu beantworten, freylich auf eine Art, welche deutlich zu erkennen giebt, daß man immer das latente Wasser vor Augen hatte, wie von S. 104 bis 112. zu ersehen ist. Hier nur einige Erinnerungen:

a) Seite 104 und 106. wird erwiesen, daß das gewöhnliche Glas seine Phosphorescenz durch Friction nicht der Verglasung und der daraus entspringenden Härte der Theile zu verdanken habe, indem andere Verglasungen von gleicher Härte nicht leuchten. Hierauf fragt er: Hangt diese Eigenschaft vielleicht von einem seiner Bestandtheile ab? Diese Frage ist sehr natürlich, und wie ich glaube, sehr leicht zu beantworten. Denn da das gemeine Glas aus Kieselerde und Pottasche oder Natron besteht, so muß die Leuchtkraft von einem dieser zwey Bestandtheile, und zwar von der Kieselerde herrühren, weil die kieselerdigen Steine bereits in ihrem natürlichen Zustande sehr gut, Pottasche und Natron aber nicht leuchten; und weil gemeiner Quarz für sich allein viel besser, als mit Pottasche gemischt und zu Glas geschmolzen leuchtet. Jetzt war nur noch zu erläutern, warum reiner Quarz im rohen Zustand besser, als im verglasten, leuchtet (worauf ich bereits geantwortet habe) und so wäre diese Schwierigkeit vollkommen beseitigt gewesen. Allein Hr. Dess. nimmt einen ganz andern Weg, benutzt mehrere von Hrn. v. Saussure aus einer ganz andern Absicht veranstaltete Mischungen, und zieht endlich aus mehreren Analysen und Synthesen S. 108. 109. die eben so unerwartete, als hypothetische Folgerung, daß die Kieselerde unter dreierley Gestalten als Bestandtheil im Glas zugegen seyn kann: 1.) Innigst und bis zur Sättigung mit dem Fluß verbunden. — Hier Verlußt alles Krystallisationswassers, und auch aller Leuchtkraft: 2.) In einem Zustand der blossen Schmelzung ohne Verbindung, wenn man mehr Kieselerde zusetzt, als der Fluß sättigen kann — hier nur partieller Verlußt des Wassers, mithin auch der Phosphorescenz: 3.) In einem bloß gemengten Zustand ohne alle chemische Verbindung mit dem Fluß — hier kein Verlußt eines Bestandtheiles, mithin volle Leuchtkraft. —

b) Aus diesem vermeintlichen Erfahrungssätzen des Hr. D. folgt nothwendig: a) daß im gemeinen Glas die Kieselerde mit der Pottasche nur gemengt, nur dazwischen geschoben (en état d'interposition et de simple mélange), und nicht im mindesten chemisch verbunden



ist, weil es gut leuchtet: b) daß das gemeine Glas combinirtes Wasser enthält, weil nach Hr. Dess. ohne Wasser keine Phosphorescenz möglich ist. Beide Folgerungen widersprechen der Erfahrung, letztere zugleich des Hrn. D. früheren Aeusserungen. Doch ich schliesse, und verweise auf die Abhandlung selbst, welche immer sehr viel Gutes, und eine schöne Reihe von Erfahrungen und Versuchen enthält; diese sind eigentlich als Grundmaterial brauchbar, worauf jeder nach seinen Ansichten, und Ideen bauen kann, wie ich schon S. 10. erinnert habe. Andere werden vermuthlich mit meinen Erklärungen so wenig, als ich mit jenen des Hrn. Dessaig. verstanden seyn — *hanc veniam petimusque, damusque vicissim.* —

§. 204.

Was Ritter N<sup>o</sup>. 137. seiner Fragmente äussert, harmonirt sehr gut mit Dessaignes Hypothese:

„Es giebt Einen Körper, der der festen Gestalt fähig ist, das Wasser. Alle Körper sind nur durch das Eis in ihnen fest, nur durch das Zersetzungswasser in ihnen zersetzbar, nur durch das Krystallisationswasser zusammensetzbar. — So geht alle Form und Uniform, Krystall und Gas, allein vom Wasser aus, und das Wasser ist das Einzige Bildungsfähige in der Natur, u. s. f. Mithin der Grund aller Phosphorescenz. — Man fülle nur die Kluft mit Mittelsätzen aus, so kommt man bequem von einem dieser Extreme zum andern hinüber. —

Nur Schade, daß Ritter manchmal mit sich selbst in Widerspruch steht. So sagt er gleich N<sup>o</sup>. 1. „Möchten wohl alle Körper ohne Wärme keine Verwandtschaft mehr untereinander haben, und ohne Wärme keine Materie mehr existiren? — Ferner N<sup>o</sup>. 4: Ist Eisen dasjenige Metall, aus dem alle übrige entstehen, entstanden sind! — Zuletzt wird alles zu Eisen — und aus Eisen immer mehr und mehr. (98.) Und später: Dem Einen, Oxygen als Verbrennen unterhaltenden steht in der That nur ein Verbrennliches gegenüber, und alles Verbrennliche ist das Hydrogen, und Wasser, als die neutrale Verbindung beyder, das Verbrannteste, das Oxyde. (N<sup>o</sup>. 145.) Haben nur gewisse Salze Krystallisationswasser, andere aber Krystallisationshydrogen oder Oxygen?

Schenkt man diesen und ähnlichen Ideen Beyfall, so soll man auch die vier Elemente der Alten nicht so streng beurtheilen. Uns bleibt vermuthlich nur das Verdienst übrig, sie analysirt zu haben; Feuer — Licht und Wärme: Luft — Oxygen und Wärme: Wasser — Hydrogen und Oxygen: Erde endlich das Urfeste, das Unzerlegbare, das alles zu werden Fähige durch Verbindung mit dem übrigen Stoffen. Ritter sagt: Wasserstoff und Sauerstoff innig verbunden — Eisen; locker verbunden — Wasser, (N<sup>o</sup>. 89;) die Erden scheinen verdorbene Alkalien zu seyn, N<sup>o</sup>. 103. — Es kann nicht fehlen, in den obigenannten Fragmenten auch für meine Ansichten Beweise, oder doch Fingerzeige aufzufinden. Man lese z. B.



Nº. 21. 28. 72. 84. 135. 266. 285. 295. 315. u. n. m. Im letzten wird das Leuchten der Diamante durch Insolation, und Friction ganz unrichtig auf dieselbe Ursache zurückführt. Man vergebe mir diese Ausschweifung. — — —

### §. 205.

Das Reiben wirkt auf starre Körper so angreifend und seltsam, daß es scheint, als läge diesem Verfahren etwas eigenes, schwer erklärbares, zum Grund. Electricität, Wärme, Licht, Geruch, sind die gewöhnlichen Folgen der Reibung, vielleicht stets beysammen, nur nicht für unsere stumpfen Sinne gleich bemerkbar. Daher unterscheiden wir die Fälle, und trachten die Umstände anzugeben, unter welchen nur allein Licht, oder Wärme, oder Electricität, oder Geruch entsteht, besser, sich vor den übrigen auszeichnet. Wir sagen z. B. regulinische Metalle gegeneinander gerieben äussern Anfangs Wärme und Geruch, zuletzt auch Licht der Glühhitze, aber keine Electricität — sehr unrichtig. — Die electricische Glasmaschine äussert Electricität, Licht, und Geruch, aber keine Wärme — nicht minder unrichtig — Quarzstücke verbreiten Licht und Geruch, wohl auch etwas Wärme, aber keine Electricität; die Stinksteine riechen nur, aber leuchten nicht — beydes gegen die feinere Erfahrung — u. s. f. Es ist also sehr wahrscheinlich, daß, bey jeder Friction starrer Körper, sich die obigen vier Erscheinungen zugleich eintreffen, oder doch eintreffen können; dann bleibt nur zu erklären, warum nach Beschaffenheit der Körper und der Behandlung sich bald dieses, bald jenes Phänomen mehr auszeichnet, was ich im Verlauf dieser Abhandlung zu thun bemühet war. Es scheint, als hätten wir das reine Frictionslicht dem Bruch starrer, krystallinischer Massen; freye Electricität der Reibung auch ohne Bruch; Wärme dem Druck, Geruch der Zersetzung, grösstentheils zu verdanken. Zwey Glasstangen dienen zur Versinnlichung des gesagten; denn sie liefern durch geschicktes Reiben Electricität, Licht, Geruch, und Wärme zugleich.

### §. 206.

Die §. 176. angeführte Frictionsmaschine, ein Gegenstück zur electricischen Scheibenmaschine, verdient in einem physikalischen Cabinet, welches zu öffentlichen Vorlesungen bestimmt ist, aus mehr als einer Ursache, einen Platz. Sie gewährt den Vorthail, das Frictionslicht der Fossilien, der Metalle, der Hölzer, u. s. f. ohne sonderliche Verfinsterung des Hörsaales öffentlich zu zeigen, und viele Versuche mehr im Grossen zu veranstalten. Man erhält damit alle Folgen der schwachen, so wie der starken Reibung, nämlich Wärme, Licht, Geruch, und Electricität. Zwar geschieht dabey die Friction grösstentheils nur zwischen heterogenen Körpern, weil man mit dem Schleifstein nicht nach Belieben wechseln kann; allein wer mit diesem Gegenstande vertraut ist, wird selbst hieraus einen Vorthail ziehen, und auf die Verschiedenheit des Erfolges nach Beschaffenheit der geriebenen Substanzen, und der



Veranstellung des Apparats aufmerksam machen, z. B. auf die Verschiedenheit der Licht- und Wärme- Intensität, auf den Wechsel der + und — Electricität, u. s. f. Ohne diese Anrichtung würde ich auf den Unterschied zwischen dem Blasenstein von einem Menschen und einem Pferd nicht verfallen seyn (§. 137 N<sup>o</sup>. 134), so interessant und mit dem (oben S. 414, §. 118), gesagten harmonirend diese Beobachtung auch ist — Reichhaltigkeit der festen Theile des Menschen an Phosphorstoff. —

### §. 207.

Dass man das Leuchten der Fossilien durch Reiben so lange Zeit als eine Folge der Erhitzung betrachtete, kann nicht befremden, wenn man die ausserordentlichen Wirkungen der Reibung in dieser Hinsicht bedenkt. Ich berufe mich hier nicht auf die seltenen Versuche des Herrn Grafen v. Rumford in der Stuckbohrerey zu München, \*) sondern erinnere nur an den §. 139. angeführten Fall, wo ein vier Linien dickes Eisenstängelchen binnen einer halben Minute weisglühend gemacht wurde; so etwas hätte sich in der stärksten Schmiedesse binnen derselben Zeit nicht ergeben. Aber auch nur weiches Eisen schickt sich am besten hiezu. Die zwey Mühlsteine in Berührung (§. 133.) zeigten wohl Licht in Ueberflufs, aber wenig Erhitzung; allein sie berührten sich auch nur schwach. Hätte sich der Läufer noch tiefer senken können, so wäre der Erfolg ohne Zweifel auffallender gewesen, bis endlich durch Ueberwucht der Reibung die Mühle stillgestanden wäre. Uebrigens konnte ich bey den Steinarten durch Reiben nie ein anhaltendes Glühen bewirken, dem ähnlich, welches sie zwischen glühenden Kohlen erhalten, und auch davon entfernt noch eine Zeitlang äussern. Nur die Berührungsfläche glühte zuweilen sichtbar, verschwand aber beynahe in dem Augenblick, als die Reibung aufhörte; dasselbe gesteht auch Wedgwood ein, der sich durch diesen Versuch irre leiten liess. Hieraus ersehen wir, dass sich die Wirkungen der Reibung, hinsichtlich der fühlbaren Wärme, bey verbrennlichen Körpern ohne Vergleich mehr äussern, als bey unverbrennlichen, wenigstens im allgemeinen, denn es giebt hier wie überall Ausnahmen von der Regel. Der Diamant z. B. obgleich ein verbrennlicher Körper, richtet sich bey der Friction nach den Gesetzen des Kieselgeschlechts.

### §. 208.

Ueherhaupts besitzt dieser Edelstein viel Eigenthümliches, wie wir im Verlauf dieser Untersuchungen mehr als einmal sahen. Durch Insolation leuchten einige Diamante sehr gut,

\*) Eine treffende Bemerkung über die Ansichten des Hrn. Gr. v. Rumford siehe in *Dalton's neuen System der Naturw.* 1, 113, verglichen mit Oersted's Ansichten, Schweigger V, 411. u. f.



andere gar nicht. \*) Dasselbe will Hr. Dessaignes auch bey der Erwärmung von aussen gefunden haben, woran ich zweifle; soviel aber ist gewiss, dass einige schon bey einer sehr mässigen Temperaturerhöhung, andere durch beträchtliche Erhitzung zu leuchten anfangen. (S. 150.) Der Glayton'sche Diamant leuchte schon durch einen Druck zwischen den Fingern. Reines Compressionslicht konnte es nicht seyn; wohl aber ein Leuchten durch Erwärmung, unterstützt durch die Electricität. Ein der Friction zugehöriges Licht verbreiten sie nicht eher, als bis ihre Oberfläche aufgeritzt wird, oder von den Ecken etwas abspringt, nach dem allgemeinen Gesetze. (§. 165.) Allein auch dann können sie noch merklich von einander abweichen, nach Gestalt der Form, die ihnen der Künstler giebt. Durch das Schleifen verlieren alle Edelsteine eines ihrer Hauptmerkmale, die ursprüngliche Gestalt der Grundkrystalle, und die kennbare Lage der Seitenflächen. Die mechanische Spaltung ergiebt sich nur nach gewissen Richtungen am leichtesten, und dieser arbeitet der Künstler ganz entgegen, indem er bey'm Schleifen hauptsächlich ein schönes Lichtspiel der Facetten zum Zweck hat. Dadurch wird der Stein, nach Beschaffenheit seiner künstlichen Form, zur Phosphorescenz durch Reibung, welche sich ohne Absprung nie ergiebt, mehr oder minder geschickt.

### §. 209.

Auch die Art, sich Feuer zu verschaffen, bestärkte uns in der Meinung, das Frictionslicht sey ein Verbrennen, oder ein Glühen; daher der Ausdruck: *conflictus lapidum ignem elicere, excutere*, was bey'm gemeinen Schwefelkies im buchstäblichen Sinne zutrifft.

\*) Sieh oben S. 24. Ich äusserte hierüber S. 84. die Muthmassung, die Ursache könnte von der Kohlensäure herühren, was allerdings seinen Grund hat, vielleicht ist aber der Unterschied nur zufällig. Das Diamantpulver, welches man zum Schleifen derselben anwendet, wird mit Olivenöl abgerieben, und auf die Scheibe von Gussseisen aufgetragen. Beym Schleifen dringt das Oel in den durch Druck und Reibung erwärmten Diamant, und bildet zugleich auf der polirten Oberfläche ein feines, dem Auge unmerkbares Häutchen, welches den Einfluss des Sonnenlichts beträchtlich modificirt; hiemit auch die Phosphorescenz durch Insolation hemmen kann. Wird so ein nicht phosphorescirender Diamant durch Ritzen auf der Oberfläche, oder durch Absprünge an den Ecken aufgeschärft, so ist er, wie Hr. Dessaignes fand, zu jeder Art von Phosphorescenz geschickt. Dieser merkwürdige Erfolg bestärkt mich in meiner so eben geäusserten Muthmassung.

Niemand hat sich mit der Phosphorescenz der Diamante mehr abgegeben, als Dufay (*Mem. de l'Acad. Roy. des Sc. 1734 und 1735.*) der noch immer verdient, nachgelesen zu werden. Das Licht, welches die Hrn. Bernoulli und Cassini erhielten, wenn sie Diamant mit Glas rieben, war entweder ein electrisches, oder ein dem Glas zugehöriges Frictionslicht; denn der Diamant wird vom Glas nicht aufgeritzt, also damit gerieben auch nicht nach der Art phosphorisch, wie zwey Quarzstücke (*Histoire de l'Acad. Roy. 1707.*) Im *Journal de Physique* (LIV, 418.) wird behauptet, der unsterbliche Mineralog Werner habe in seinen Vorlesungen das Leuchten des Diamants im Finstern gelängnet — eine mit den ausgebreiteten Kenntnissen dieses grossen Mannes unvereinbare Behauptung. —



Bey dieser gut getroffenen Wahl war es gleichviel, ob man zum Schlagen einen anderen harten Stein, oder Stahl brauchte; in jedem Fall erhielt man brennende Funken, wie schon Plinius erinnert (lib. XXXVI, Cap. 30.) Ohne Zweifel schlug man anfänglich verschiedene Steine gegeneinander, ohne seinen Zweck zu erreichen. Kiesel mit Kiesel zündet nicht, Kiesel mit Stahl gut, Stahl mit Schwefelkies noch besser, ein doppeltes Feuer. Der gemeine Mann hat also Ursache, dieses Eisenoxyd noch immer zum Feuermachen anzuwenden. Das Nützliche erhält sich. Nur die gefälligere Form, die Bequemlichkeit, u. dergl. verschafften in unseren Zeiten dem Hornstein bey Schießgewehren, und auch in der Haushaltung den Vorzug.

### §. 210.

Eine zweyte von der vorigen ganz verschiedene Meinung — das Frictionslicht sey electrischer Natur — haben wir theils dem Leuchten der Barometer, theils den Vorschriften der Electricitätslehre in der Mitte des vorigen Jahrhunderts zu verdanken. Sie hat vieles für sich, aber nicht in dem Sinne, wie man sie bisher vortrug. Das Frictionslicht der Fossilien würde noch bestehen, selbst in dem Falle, daß es möglich wäre, eine Reibung ohne mindeste Electricitätserregung zu veranstalten. Hierüber habe ich mich umständlich erklärt.

Das Leuchten der Barometer machte anfänglich, wie alles Neue in der Physik, allgemeine Sensation. Ein räsonnirendes Verzeichniß der hierüber bekannt gemachten Schriften dürfte zwar interessanter, als die Sache selbst seyn; allein es würde uns mehr eine Geschichte falscher Ansichten, und Verirrungen, als vernünftiger Erklärungen liefern. Picard hatte es 1675 \*) kaum entdeckt, als man sich mit einer Art von Begeisterung darüber hermachte. Delahire, Cassini, Joh. Bernoulli, Homberg, v. Leibnitz, Mairan, Dufay, Hauksbee, Canton, Aepin, Muschenbroek, Desaguillers, Weidler, Hamburger, Liebknecht, u. a. m. äusserten der Reihe nach ihre Meinungen, worunter die wahre Erklärung wohl nicht die erste war. Der scharfsinnige Hauksbee verfiel bereits 1705. darauf, aber er wurde nicht angehört. Was sich gründliches hierüber sagen läßt, findet man in des *Herrn de Luc Untersuchungen über die Atmosphäre*, §. 69 — 100.

Barometerlicht, durch Reiben zwischen Glas und Quecksilber erregt, durch Beseitigung der Luft und die Reinheit des Glases befördert, durch mancherley Nebenumstände modificirt, durch die phosphorescirenden Glasröhren bis zur Ueberzeugung erläutert — — das ist alles, was man zu wissen braucht, übrigens eine sehr schöne Lichterscheinung, vorzüglich in eigens dazu bestimmten Glasröhren.

\*) Dieses Datum steht in *Deland's Traité des Baromètres etc.* und in *Paulian's Dictionnaire de Physique*, in den ältern Druckschriften der königl. Academie T. II. pag. 202, aber wird das Jahr 1676. angegeben.



## §. 211.

Hr. v. Böckmann lieferte eine eben so lehrreiche als mühsame Reihe von Erfahrungen über die *Erwärmungsfähigkeit der Körper durch die Sonnenstrahlen*. Wie würden sich dieselben Körper verhalten, wenn sie durch eine dunkle Ofenhitze, wie? wenn sie durch Reiben mit ihres Gleichen erwärmt würden? eine sehr interessante Vergleichung — Reibung, Ofenhitze, Sonnenstrahlen, oder, nach meinen Ansichten, Temperaturerhöhung durch Erregung latenter Wärme, durch Zusatz äusserer Wärme, durch Verbindung des äusseren Lichtstoffs mit dem latenten Wärmestoff der Körper, wie wirken sie? Metalle, Fossilien, Hölzer, Leinen - Wollen - und Seidenzeuge wären schon hinreichend, wichtige Erfahrungssätze zu liefern, und über die Erregung der Electricität sowohl als des Frictionslichts Aufklärung zu verbreiten; denn hierauf müßte man besondere Rücksicht nehmen.

Einen oberflächlichen Versuch kann jeder leicht an sich selbst machen: In der Sonne sitzen, beym warmen Ofen sitzen, seinen Körper mit der Hand reiben, und geistige Getränke zu sich nehmen, sind viererley Mittel, unsere natürliche Wärme zu vermehren. Wir wissen auch, daß ihre Wirkung und ihr Gedeihen für unsere Gesundheit sehr verschieden ist. Die gesunde Wärme muß sich aus unserm Innersten entwickeln; äussere Hilfsmittel gewähren nur einen kärglichen Ersatz auf kurze Zeit.

Daß manche Menschen durch Reiben im Finstern leuchten, ist bekannt; allein dieses Licht ist rein electrisch. Das eigentliche Frictionslicht, wie wir es in gegenwärtiger Abhandlung untersucht haben, scheint sich auf die anorganische Natur einzuschränken.

## §. 212.

Ich schliesse diese Abhandlung mit einigen allgemeinen Ideen:

Das Permanentelastische strebt immer nach Ausdehnung, das Starre nach Beybehaltung seiner Aggregatform, das Liquide schwebt zwischen beyden im Mittel, vermöge der Anziehung und Krystallisationskraft nach dauernder Cohärenz strebend, vom Wärmestoff zur Dampfform hingezogen. Die Incoercibilien spielen ihre eigene Rolle, wie wir bey jeder Formänderung ihrer Basen bemerken.

Verenget man das Permanentelastische im Raum, so entsteht Conflict zwischen der Expansionskraft des Wärmestoffs und der äussern Druckkraft, ausgesprochen durch fühlbare Wärme. Zerreisst man das Starre, so entsteht Conflict zwischen der Cohäsionskraft der Materie, und der äusseren Zugkraft, ausgesprochen durch Licht. Was in beyden Fällen mit dem Liquiden vorgehen werde, läßt sich schon aus dem Begriff ihrer Natur entwickeln — höchstens etwas Wärme und Licht durch Druck, nie durch Zugkraft. Merkwürdiger Gegensatz zwischen Verdichtungslicht expansibler, und Trennungslicht starrer Substanzen. —

Reiner Druck bewirkt unmittelbar fühlbare Wärme, Licht ist Nebensache, kann sich einstellen, oder ausbleiben. — Stellt sich aber bestimmt ein bey den permanentelastischen



vielleicht auch bey den vorübergehend elastischen, minder bestimmt und schwächer bey tropfbaren Flüssigkeiten, nie rein bey starren Massen, weil sie keines reinen Druckes fähig sind.

*Phosphoreszenz durch Druck ist Licht der Glühhitze und der Zersetzung.*

Reiner Bruch bewirkt unmittelbar fühlbares Licht, Wärme-Entwicklung hat hier nicht Platz. Alles merklich cohärirende; alles Starre kann durch Bruch leuchten; wo aber keine Cohärenz, da ist auch kein Trennungslicht möglich. Der Uebergang des Flüssigen, des Aufgelösten in die starre Form ergiebt sich mit unzähligen Abänderungen, wobey das Streben nach einer bestimmten Krystallform unverkennbar ist; hieraus das Wandelbare des Trennungslichts.

*Phosphoreszenz durch Bruch ist Licht des Bindungsmittels im allgemeinen, Krystallenlicht insbesondere, zum Theil noch unerklärt, vielleicht electrischer Art.*

Reine Reibung bewirkt bei allen Substanzen Electricität-Entwicklung, bald mit fühlbarer Wärme, bald mit Licht, bald mit beyden zugleich begleitet, bald ohne Spur derselben. Gleichwie unzählige Modificationen der Friction giebt, so auch unzähligen Wechsel jener Erscheinungen.

Reibung ohne Druck und Bruch giebt es kaum; gesetzt aber doch, so ist der Erfolg höchstens eine schwache, nur durch's Electrometer bemerkbare Electricität, jener durch Contact ähnlich.

Reibung mit Druck ohne Bruch giebt Electricität und Wärme, häufig auch Licht, bald dieser, bald jener angehörig, Verbrennungslicht, electrisches Licht. —

Reibung mit Bruch ohne beträchtlichen Druck giebt Electricität und Licht, sehr selten fühlbare Wärme bey Naturproducten.

Reibung mit Druck und Bruch zugleich giebt Electricität, Wärme, und Licht, letzteres häufig aus drei bis vier Quellen: Licht durch Glühen und Verbrennen: Licht der zerstörten Cohärenz: Licht der Electricität: Licht der unmerklichen Zersetzung, nach Verschiedenheit des geriebenen Körpers, des Reibzeuges, der bewegendenden Kraft, u. dergl. Und so könnte man alle Phosphoreszenz durch mechanische Mittel ein Spiel der Incoercibilien, und diese ein Spiel der geänderten Aggregatform materieller Substanzen nennen, wenn der Ausdruck nicht misdeutet würde.

Diese Ansichten werden hinreichen, alle Erscheinungen zu erklären. Die Anwendung ergiebt sich durch die gesamte Körperwelt, wo alles in Bewegung, alles mittelbar oder unmittelbar in Berührung ist.



# Verbesserte Druckfehler.

## Abhandlung III. IV.

Seite. §. Zeile. Verbesserte Leseart. Seite. §. Zeile. Verbesserte Leseart.

| V Vorrede. 13 |       |        | daran zweifle ich                        |        |        |        |                                     |  |
|---------------|-------|--------|------------------------------------------|--------|--------|--------|-------------------------------------|--|
| Seite.        | §.    | Zeile. |                                          | Seite. | §.     | Zeile. |                                     |  |
| 326           | 16    | 1      | verfuhr ich so                           | 449    | —      | 9      | angeführten Gründen                 |  |
| 332           | 26    | 1      | dürften den                              | 451    | —      | 4. 5.  | bequem stossen                      |  |
| 334           | 32    | 20     | nur gehemmt                              | 453    | 44     | 4      | die Analogie                        |  |
| 344           | 44    | 17     | erklärt.                                 | —      | Note.  | 2      | Leidenfrost                         |  |
| 348           | 51    | 16     | die wirkliche,                           | 455    | 47     | 2      | Lichtphänomene                      |  |
| 351           | —     | 1. 2.  | zerstörend geht                          | 456    | 48     | 10     | von Analaska                        |  |
| —             | —     | 20     | das Spatheu (Grummet)                    | 457    | —      | 8      | das ist,                            |  |
| —             | 55 b) | 10     | Zusatz: er ist zwar nicht so weifs,      | —      | Note.  | 1      | Sur la chaleur                      |  |
|               |       |        | und spielt mehr in's blaue; liefert aber | 458    | 51     | 2      | in Trümmer gehen.                   |  |
|               |       |        | mehr Haar, und weniger Werg; das         | 459    | 53     | 8      | acie percutiunt                     |  |
|               |       |        | Haar selbst ist milder, und minder       | —      | —      | 10     | combustibilem                       |  |
|               |       |        | brüchig, zwey wesentliche Vortheile,     |        |        |        | N. Die Seitenzahlen von 461 bis 464 |  |
|               |       |        | die meines Erachtens davon herrüh-       | 462    | 64     | 1      | kommen zweymal vor.                 |  |
|               |       |        | ren, dafs der Procefs nicht so sehr      | —      | —      | 2      | die Salpeter- und die Salzsäure     |  |
|               |       |        | übereilet, und die Pflanze mehr sich     | —      | —      | 9      | diese Säuren                        |  |
|               |       |        | selbst. u. s. f.                         | 463    | 67     | 1      | Z. B. mittelst Schwefelsäure        |  |
| 356           | —     | 19     | mit Einschluss der                       | 466    | 72     | 23     | Phänomene                           |  |
| 360           | 64 c) | 2      | noch sichtbar, wenn                      | 467    | 74     | 3      | oder nur almählig                   |  |
| 361           | 66    | 12     | in Berührung kommen,                     | 468    | 75     | 14     | Lichtblitzes, den                   |  |
| 362           | 66 d) | 3      | das Blut schnell                         | 469    | —      | 5      | habe mich bemühet                   |  |
| —             | 67    | 7      | Beccari, Monti,                          | —      | —      | 12     | Rarefactionslicht                   |  |
| 365           | 69 a) | 2      | der Schwertfisch,                        | —      | 76     | 10     | was den Stoff zu                    |  |
| 369           | 73 c) | 1      | Clupea Encrasicolus                      | 470    | 77     | 11     | Messer spalten                      |  |
| 370           | 74    | 16     | in seiner schönsten                      | 472    | 79     | 8      | schnurgerad                         |  |
| 376           | 78 f) | 2      | aufgeritzt hatte                         | 473    | 81 l)  | 4      | ohne dem Druck                      |  |
| 379           | 82    | 10     | Perca Lucio-perca                        | —      | —      | —      | die hiezu nöthige                   |  |
| —             | —     | 11     | Silurus Glanis                           | 475    | 83     | 3      | gradirte Salze                      |  |
| 380           | 83 a) | 8      | ruhig glänzend                           | 477    | 85     | 5      | Cömentkupfer                        |  |
| —             | 83 b) | 3      | dann einen                               | —      | 87     | 1      | sanft wegzufahren                   |  |
| 413           | 117   | 15     | anderer errathen,                        | 479    | 89     | 4      | einen entschiedenen                 |  |
| 414           | 118   | 13     | weil dieser bey                          | 480    | 90     | 4      | zurückkommen; die                   |  |
| 416           | 123   | 6      | gehören zum Theil ihr zu,                | 482    | 94     | 7      | des gegenwärtigen §.                |  |
| —             | —     | 8      | so ist ihr Umfang                        | —      | 95     | 1      | leuchten;                           |  |
|               |       |        |                                          | 483    | 96     | 12     | Gillet - Laumont                    |  |
| 425           | 1     | 7      | die gewöhnlichsten sind                  | 485    | 101    | 1      | Ofenbruchs                          |  |
| 426           | —     | 3      | schnell zusammenprefst                   | 488    | 103    | 8      | mufs es doch                        |  |
| 429           | 7     | 12     | Korkholz so schnell                      | 489    | 105    | 11     | eigenen Basis                       |  |
| 431           | 10    | 1      | bey Regensburg                           | 490    | 107    | 7      | auf dem Wege                        |  |
| 432           | 10 f) | 3      | die Elasticität                          | 492    | 110    | 7. 10  | ganz verschiedene                   |  |
| 433           | 13    | 5      | Gren's Journal                           | 493    | 112 d) | 8      | Macquer                             |  |
| 434           | 15    | 15     | was zum Theil                            | 502    | 124 f) | 2      | (Solidifiée)                        |  |
| 435           | 16    | 19     | des Kolben, ferner                       | 506    | 130    | 10     | der Witherit                        |  |
| 436           | 18    | 7      | Pariser Kubiczoll                        | —      | 131    | 3      | Bimssteine leuchteten               |  |
| —             | 19    | 5      | auf die Glasblaser                       | 509    | 135    | 6      | hervorbrachen                       |  |
| 437           | 21    | 2      | einen Lichtblitz                         | 514    | 140 g) | 5      | Asbest,                             |  |
| 438           | Note. | 1      | Ich glaubte sogar                        | 532    | 165    | 3      | durchbrechen, sehen wir             |  |
| 439           | —     | 6      | braucht es nur                           | 537    | 171 II | 2      | kräftigen Agens                     |  |
| 441           | 29    | 3      | läfst sich nicht der                     | 538    | 172 c) | 7      | so ist's mir                        |  |
| 443           | 32 d) | 2      | erklärt sich's, Warum                    | 546    | 184    | 3      | die Auffangsspitze                  |  |
| 444           | 32 f) | 4      | den höchsten Grad                        | 549    | 187 b) | 11     | luftleerer Raum                     |  |
| 445           | 32 g) | 10     | Zustand mit atmos.                       | 550    | 190    | 9      | der Electricität,                   |  |
| —             | 33 c) | 1      | der Gewitter schliessen                  | 557    | 199    | 3      | wieder verschaffen,                 |  |
| 448           | —     | 3      | ergiebt sie sich                         | 558    | 199    | 12     | die Herrn                           |  |
| —             | —     | 6      | Fünftes Kapitel.                         | 562    | 202 e) | 11     | Annales de Chimie                   |  |
| —             | 38    | 12     | für sich Luft                            |        |        |        | Schwefelsäure,                      |  |



Abraham Lincoln







Abraham Lincoln







Δ β δ η θ ι κ λ μ ν ξ ο π ρ σ τ υ φ χ ψ ω







Verbeserte Druckfehler

| Verbeserte Druckfehler |     | Verbeserte Druckfehler |      | Verbeserte Druckfehler |      |
|------------------------|-----|------------------------|------|------------------------|------|
| 1                      | 2   | 3                      | 4    | 5                      | 6    |
| 7                      | 8   | 9                      | 10   | 11                     | 12   |
| 13                     | 14  | 15                     | 16   | 17                     | 18   |
| 19                     | 20  | 21                     | 22   | 23                     | 24   |
| 25                     | 26  | 27                     | 28   | 29                     | 30   |
| 31                     | 32  | 33                     | 34   | 35                     | 36   |
| 37                     | 38  | 39                     | 40   | 41                     | 42   |
| 43                     | 44  | 45                     | 46   | 47                     | 48   |
| 49                     | 50  | 51                     | 52   | 53                     | 54   |
| 55                     | 56  | 57                     | 58   | 59                     | 60   |
| 61                     | 62  | 63                     | 64   | 65                     | 66   |
| 67                     | 68  | 69                     | 70   | 71                     | 72   |
| 73                     | 74  | 75                     | 76   | 77                     | 78   |
| 79                     | 80  | 81                     | 82   | 83                     | 84   |
| 85                     | 86  | 87                     | 88   | 89                     | 90   |
| 91                     | 92  | 93                     | 94   | 95                     | 96   |
| 97                     | 98  | 99                     | 100  | 101                    | 102  |
| 103                    | 104 | 105                    | 106  | 107                    | 108  |
| 109                    | 110 | 111                    | 112  | 113                    | 114  |
| 115                    | 116 | 117                    | 118  | 119                    | 120  |
| 121                    | 122 | 123                    | 124  | 125                    | 126  |
| 127                    | 128 | 129                    | 130  | 131                    | 132  |
| 133                    | 134 | 135                    | 136  | 137                    | 138  |
| 139                    | 140 | 141                    | 142  | 143                    | 144  |
| 145                    | 146 | 147                    | 148  | 149                    | 150  |
| 151                    | 152 | 153                    | 154  | 155                    | 156  |
| 157                    | 158 | 159                    | 160  | 161                    | 162  |
| 163                    | 164 | 165                    | 166  | 167                    | 168  |
| 169                    | 170 | 171                    | 172  | 173                    | 174  |
| 175                    | 176 | 177                    | 178  | 179                    | 180  |
| 181                    | 182 | 183                    | 184  | 185                    | 186  |
| 187                    | 188 | 189                    | 190  | 191                    | 192  |
| 193                    | 194 | 195                    | 196  | 197                    | 198  |
| 199                    | 200 | 201                    | 202  | 203                    | 204  |
| 205                    | 206 | 207                    | 208  | 209                    | 210  |
| 211                    | 212 | 213                    | 214  | 215                    | 216  |
| 217                    | 218 | 219                    | 220  | 221                    | 222  |
| 223                    | 224 | 225                    | 226  | 227                    | 228  |
| 229                    | 230 | 231                    | 232  | 233                    | 234  |
| 235                    | 236 | 237                    | 238  | 239                    | 240  |
| 241                    | 242 | 243                    | 244  | 245                    | 246  |
| 247                    | 248 | 249                    | 250  | 251                    | 252  |
| 253                    | 254 | 255                    | 256  | 257                    | 258  |
| 259                    | 260 | 261                    | 262  | 263                    | 264  |
| 265                    | 266 | 267                    | 268  | 269                    | 270  |
| 271                    | 272 | 273                    | 274  | 275                    | 276  |
| 277                    | 278 | 279                    | 280  | 281                    | 282  |
| 283                    | 284 | 285                    | 286  | 287                    | 288  |
| 289                    | 290 | 291                    | 292  | 293                    | 294  |
| 295                    | 296 | 297                    | 298  | 299                    | 300  |
| 301                    | 302 | 303                    | 304  | 305                    | 306  |
| 307                    | 308 | 309                    | 310  | 311                    | 312  |
| 313                    | 314 | 315                    | 316  | 317                    | 318  |
| 319                    | 320 | 321                    | 322  | 323                    | 324  |
| 325                    | 326 | 327                    | 328  | 329                    | 330  |
| 331                    | 332 | 333                    | 334  | 335                    | 336  |
| 337                    | 338 | 339                    | 340  | 341                    | 342  |
| 343                    | 344 | 345                    | 346  | 347                    | 348  |
| 349                    | 350 | 351                    | 352  | 353                    | 354  |
| 355                    | 356 | 357                    | 358  | 359                    | 360  |
| 361                    | 362 | 363                    | 364  | 365                    | 366  |
| 367                    | 368 | 369                    | 370  | 371                    | 372  |
| 373                    | 374 | 375                    | 376  | 377                    | 378  |
| 379                    | 380 | 381                    | 382  | 383                    | 384  |
| 385                    | 386 | 387                    | 388  | 389                    | 390  |
| 391                    | 392 | 393                    | 394  | 395                    | 396  |
| 397                    | 398 | 399                    | 400  | 401                    | 402  |
| 403                    | 404 | 405                    | 406  | 407                    | 408  |
| 409                    | 410 | 411                    | 412  | 413                    | 414  |
| 415                    | 416 | 417                    | 418  | 419                    | 420  |
| 421                    | 422 | 423                    | 424  | 425                    | 426  |
| 427                    | 428 | 429                    | 430  | 431                    | 432  |
| 433                    | 434 | 435                    | 436  | 437                    | 438  |
| 439                    | 440 | 441                    | 442  | 443                    | 444  |
| 445                    | 446 | 447                    | 448  | 449                    | 450  |
| 451                    | 452 | 453                    | 454  | 455                    | 456  |
| 457                    | 458 | 459                    | 460  | 461                    | 462  |
| 463                    | 464 | 465                    | 466  | 467                    | 468  |
| 469                    | 470 | 471                    | 472  | 473                    | 474  |
| 475                    | 476 | 477                    | 478  | 479                    | 480  |
| 481                    | 482 | 483                    | 484  | 485                    | 486  |
| 487                    | 488 | 489                    | 490  | 491                    | 492  |
| 493                    | 494 | 495                    | 496  | 497                    | 498  |
| 499                    | 500 | 501                    | 502  | 503                    | 504  |
| 505                    | 506 | 507                    | 508  | 509                    | 510  |
| 511                    | 512 | 513                    | 514  | 515                    | 516  |
| 517                    | 518 | 519                    | 520  | 521                    | 522  |
| 523                    | 524 | 525                    | 526  | 527                    | 528  |
| 529                    | 530 | 531                    | 532  | 533                    | 534  |
| 535                    | 536 | 537                    | 538  | 539                    | 540  |
| 541                    | 542 | 543                    | 544  | 545                    | 546  |
| 547                    | 548 | 549                    | 550  | 551                    | 552  |
| 553                    | 554 | 555                    | 556  | 557                    | 558  |
| 559                    | 560 | 561                    | 562  | 563                    | 564  |
| 565                    | 566 | 567                    | 568  | 569                    | 570  |
| 571                    | 572 | 573                    | 574  | 575                    | 576  |
| 577                    | 578 | 579                    | 580  | 581                    | 582  |
| 583                    | 584 | 585                    | 586  | 587                    | 588  |
| 589                    | 590 | 591                    | 592  | 593                    | 594  |
| 595                    | 596 | 597                    | 598  | 599                    | 600  |
| 601                    | 602 | 603                    | 604  | 605                    | 606  |
| 607                    | 608 | 609                    | 610  | 611                    | 612  |
| 613                    | 614 | 615                    | 616  | 617                    | 618  |
| 619                    | 620 | 621                    | 622  | 623                    | 624  |
| 625                    | 626 | 627                    | 628  | 629                    | 630  |
| 631                    | 632 | 633                    | 634  | 635                    | 636  |
| 637                    | 638 | 639                    | 640  | 641                    | 642  |
| 643                    | 644 | 645                    | 646  | 647                    | 648  |
| 649                    | 650 | 651                    | 652  | 653                    | 654  |
| 655                    | 656 | 657                    | 658  | 659                    | 660  |
| 661                    | 662 | 663                    | 664  | 665                    | 666  |
| 667                    | 668 | 669                    | 670  | 671                    | 672  |
| 673                    | 674 | 675                    | 676  | 677                    | 678  |
| 679                    | 680 | 681                    | 682  | 683                    | 684  |
| 685                    | 686 | 687                    | 688  | 689                    | 690  |
| 691                    | 692 | 693                    | 694  | 695                    | 696  |
| 697                    | 698 | 699                    | 700  | 701                    | 702  |
| 703                    | 704 | 705                    | 706  | 707                    | 708  |
| 709                    | 710 | 711                    | 712  | 713                    | 714  |
| 715                    | 716 | 717                    | 718  | 719                    | 720  |
| 721                    | 722 | 723                    | 724  | 725                    | 726  |
| 727                    | 728 | 729                    | 730  | 731                    | 732  |
| 733                    | 734 | 735                    | 736  | 737                    | 738  |
| 739                    | 740 | 741                    | 742  | 743                    | 744  |
| 745                    | 746 | 747                    | 748  | 749                    | 750  |
| 751                    | 752 | 753                    | 754  | 755                    | 756  |
| 757                    | 758 | 759                    | 760  | 761                    | 762  |
| 763                    | 764 | 765                    | 766  | 767                    | 768  |
| 769                    | 770 | 771                    | 772  | 773                    | 774  |
| 775                    | 776 | 777                    | 778  | 779                    | 780  |
| 781                    | 782 | 783                    | 784  | 785                    | 786  |
| 787                    | 788 | 789                    | 790  | 791                    | 792  |
| 793                    | 794 | 795                    | 796  | 797                    | 798  |
| 799                    | 800 | 801                    | 802  | 803                    | 804  |
| 805                    | 806 | 807                    | 808  | 809                    | 810  |
| 811                    | 812 | 813                    | 814  | 815                    | 816  |
| 817                    | 818 | 819                    | 820  | 821                    | 822  |
| 823                    | 824 | 825                    | 826  | 827                    | 828  |
| 829                    | 830 | 831                    | 832  | 833                    | 834  |
| 835                    | 836 | 837                    | 838  | 839                    | 840  |
| 841                    | 842 | 843                    | 844  | 845                    | 846  |
| 847                    | 848 | 849                    | 850  | 851                    | 852  |
| 853                    | 854 | 855                    | 856  | 857                    | 858  |
| 859                    | 860 | 861                    | 862  | 863                    | 864  |
| 865                    | 866 | 867                    | 868  | 869                    | 870  |
| 871                    | 872 | 873                    | 874  | 875                    | 876  |
| 877                    | 878 | 879                    | 880  | 881                    | 882  |
| 883                    | 884 | 885                    | 886  | 887                    | 888  |
| 889                    | 890 | 891                    | 892  | 893                    | 894  |
| 895                    | 896 | 897                    | 898  | 899                    | 900  |
| 901                    | 902 | 903                    | 904  | 905                    | 906  |
| 907                    | 908 | 909                    | 910  | 911                    | 912  |
| 913                    | 914 | 915                    | 916  | 917                    | 918  |
| 919                    | 920 | 921                    | 922  | 923                    | 924  |
| 925                    | 926 | 927                    | 928  | 929                    | 930  |
| 931                    | 932 | 933                    | 934  | 935                    | 936  |
| 937                    | 938 | 939                    | 940  | 941                    | 942  |
| 943                    | 944 | 945                    | 946  | 947                    | 948  |
| 949                    | 950 | 951                    | 952  | 953                    | 954  |
| 955                    | 956 | 957                    | 958  | 959                    | 960  |
| 961                    | 962 | 963                    | 964  | 965                    | 966  |
| 967                    | 968 | 969                    | 970  | 971                    | 972  |
| 973                    | 974 | 975                    | 976  | 977                    | 978  |
| 979                    | 980 | 981                    | 982  | 983                    | 984  |
| 985                    | 986 | 987                    | 988  | 989                    | 990  |
| 991                    | 992 | 993                    | 994  | 995                    | 996  |
| 997                    | 998 | 999                    | 1000 | 1001                   | 1002 |







Verbeeserte Drukkerij

Apprentice

| Verbeeserte Drukkerij |    | Apprentice |     |
|-----------------------|----|------------|-----|
| 1                     | 2  | 3          | 4   |
| 5                     | 6  | 7          | 8   |
| 9                     | 10 | 11         | 12  |
| 13                    | 14 | 15         | 16  |
| 17                    | 18 | 19         | 20  |
| 21                    | 22 | 23         | 24  |
| 25                    | 26 | 27         | 28  |
| 29                    | 30 | 31         | 32  |
| 33                    | 34 | 35         | 36  |
| 37                    | 38 | 39         | 40  |
| 41                    | 42 | 43         | 44  |
| 45                    | 46 | 47         | 48  |
| 49                    | 50 | 51         | 52  |
| 53                    | 54 | 55         | 56  |
| 57                    | 58 | 59         | 60  |
| 61                    | 62 | 63         | 64  |
| 65                    | 66 | 67         | 68  |
| 69                    | 70 | 71         | 72  |
| 73                    | 74 | 75         | 76  |
| 77                    | 78 | 79         | 80  |
| 81                    | 82 | 83         | 84  |
| 85                    | 86 | 87         | 88  |
| 89                    | 90 | 91         | 92  |
| 93                    | 94 | 95         | 96  |
| 97                    | 98 | 99         | 100 |



Heinrich, Placidus,

Die Phosphoreszenz der Körper oder die im Dunkeln bemerkbaren Lichtphänomene der anorganischen Natur

Bd.: 4

Nürnberg 1820

Regensburg, Staatliche Bibliothek -- 999/Philos.755(1/5  
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11109667-2